

Osteologie der Goldorfe (*Leuciscus idus* L.)

Mareile Anderson

Distrikt. München

1988



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Palaeoanatomie,
Domestikationsforschung und Geschichte der Tiermedizin
Vorstand: Prof. Dr. J. Boessneck

und dem Institut für Zoologie und Hydrobiologie
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Vorstände: Prof. Dr. M. Ruf und Prof. Dr. W. Ahne

Arbeit angeleitet durch Prof. Dr. A. von den Driesch
und Prof. Dr. Dr. habil. R. Hoffmann

Osteologie der Goldorfe
(*Leuciscus idus* L.)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Mareile Anderson
aus
Hamburg

München 1988

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. M. Rüsse

Referent: Prof. Dr. A. von den Driesch

Korreferent: Prof. Dr. J. Gropp

Tag der Promotion: 29. Juli 1988

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Die Orfe	2
III. Material	3
IV. Allgemeines zum Skelettsystem der Cypriniden	5
A. Literaturübersicht	5
B. Grundlagen	9
1. Die Einteilung des Skelettes	10
2. Die verschiedenen Knochenarten	13
3. Das Branchiocranium	14
3.1. Die Kiemenbögen	14
3.2. Der Kiefermechanismus	17
3.3. Die Schlundknochen und -zähne	21
4. Das Neurocranium	25
4.1. Übersicht	25
4.2. Die Einteilung und Funktionen der einzelnen Abschnitte	27
4.3. Die Kauplatte	28
5. Die Otolithen	29
6. Die Wirbelsäule mit Weber'schem Apparat und Rippen	31
6.1. Die Wirbelsäule	31
6.2. Der Weber'sche Apparat	33
6.3. Die Rippen und Fleischgräten	36
7. Die Extremitätengürtel	37
7.1. Der Schultergürtel	37
7.2. Der Beckengürtel	39
8. Die Flossen	39
9. Die Schuppen	41
C. Altersbestimmung	43
V. Beschreibung des Skelettes der Goldorfe	45
A. Die Knochen des Branchiocranium	45
1. Die Knochen des 1. Kieferbogens	45
1.1. Der Oberkiefer	45
1.2. Der Unterkiefer	57

2.	Die Knochen des 2. Kieferbogens	61
3.	Die Knochen des 3.-7. Kiemenbogens	72
4.	Die Schlundknochen und -zähne	73
B.	Die Knochen des Neurocranium	75
1.	Form und Lage der Knochen aus verschiedenen Perspektiven	75
2.	Die Knochen der Nasenregion	79
3.	Die Knochen der Augenregion	80
4.	Die Knochen der Ohrenregion	82
5.	Die Knochen der Hinterhauptsregion	85
C.	Die Otolithen	89
D.	Die Wirbelsäule mit Weber'schem Apparat und Rippen	90
1.	Die Wirbelsäule	90
2.	Der Weber'sche Apparat	99
3.	Die Rippen und Fleischeräten	106
E.	Der Schultergürtel	107
F.	Der Beckengürtel	117
G.	Die Flossen	119
1.	Die paarigen Flossen	119
2.	Die unpaaren Flossen	120
VI.	Untersuchungen über die Abhängigkeit von Fischlänge und Fischgewicht zu Knochengröße	123
VII.	Zusammenfassung / Summary	140
VIII.	Literaturverzeichnis	142

I. Einleitung

Seit im Rahmen des Abwasserabgabegesetzes neben anderen Bewertungsmäßigkeiten auch ein Fischtest gefordert wurde, um die Belastung der Oberflächengewässer durch Chemikalien beurteilen zu können, ist die Verwendung der Goldorfe, *Leuciscus idus* L., als Testfisch für das Verfahren DIN 38412-L 20 festgelegt worden (Mann, 1981).

Sie wird zu diesem Zweck im großen Rahmen gezüchtet und gehalten, um ganzjährig kontinuierlich Testfische bestimmter Größe beziehen zu können (Reichle, 1982).

Um die Veränderungen, die durch die Einwirkung bestimmter Stoffe auf den Fischorganismus hervorgerufen werden, auch beurteilen zu können, sind genaue Kenntnisse der Lebensweise und Morphologie der Goldorfe erforderlich.

Das Institut für Zoologie und Hydrobiologie der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität in München hat aus diesem Grunde bereits im Rahmen einer Gesamtstudie spezielle Teilgebiete erarbeiten lassen.

Bisher wurde von G. Kuhn (1983) die mikroskopische Anatomie des Verdauungstraktes der Goldorfe bearbeitet sowie von T. Fischer (1984) die Kiemen und Pseudobranchie licht- und elektronenmikroskopisch untersucht. R. Mittermeier (1988) stellte die Histologie des Herzens elektronenmikroskopisch dar. Die gesamte topographische Anatomie wird z.Zt. von S. Van de Graaf bearbeitet.

Die vorliegende Arbeit behandelt die Osteologie der Goldorfe.

Wegen der speziellen Thematik übernahm das Institut für Palaeoanatomie dieser Fakultät, das sich seit Jahren mit Fischosteologie befaßt und eine umfangreiche Fischskelettsammlung besitzt, die hauptsächliche Anleitung für diese Arbeit.

II. Die Orfe

Die Goldorfe, *Leuciscus idus melanotus*, ist die orangerote bis goldgelb gefärbte, domestizierte Form des Alands, *Leuciscus idus* (Muus, 1981), der im Volksmund auch als Orfe, Göse, Jese, Kühling, Schwarznerfling, Stromkarpfen oder Seekarpfen bezeichnet wird.

Die Orfe ist ein echter Knochenfisch. Sie gehört zur Familie der Cypriniden (Karpfen- oder Weißfische), deren Angehörige sich durch folgende Charakteristika auszeichnen: Weber'scher Apparat, zahnlose Kiefer, stattdessen Schlundknochen (*Ossa pharyngea inferiora*) mit Zähnen, Kauplatte bzw. Karpfenperle, Maul vorstreckbar, paarige Flossen stehen brust- und bauchständig, keine Fettflosse, Cycloidschuppen (Heuschmann, 1957).

Die Goldorfe wird besonders in Zierteichen und Aquarien gehalten (Migdalski u. Fichter, 1978).

Sie ist ein schneller und wendiger Schwimmer. Der natürliche Lebensraum der Orfen sind die oberen Wasserschichten der Flüsse und Seen mit klarem, nicht zu flachem Wasser; nur im Winter gehen sie in tiefere Regionen (Kahl, 1985). Sie kommen auch im Brackwasser vor.

Das Verbreitungsgebiet erstreckt sich vom Rhein bis zum Ural, Südnorwegen, Schweden und Finnland (Mann, 1981; Ladiges u. Vogt, 1979). In Deutschland kommt sie häufiger im Norden mit seinem größeren Reichtum an Flüssen und Seen als in Süddeutschland vor (Heuschmann, 1957). Sie fehlt in England, in Frankreich und in der Schweiz sowie in Südeuropa (Ladiges u. Vogt, 1979).

Orfen bis zu 4 cm Größe sind reine Planktonfresser. Größere Fische ernähren sich überwiegend von Bodentieren, Insektenlarven, kleinen Muscheln, Schnecken, Würmern und Pflanzenresten.

Die Orfe gehört zu den größten Weißfischarten deutscher Gewässer. Sie kann Längen bis zu 70 und 80 cm erreichen. Durchschnittlich liegt die Fanggröße aber nur bei 30 - 40 cm und 1 - 2 Pfund (Heuschmann, 1957).

Die Orfe wächst nur langsam. Zweisömmerige Fische sind ungefähr 8-12 cm, dreisömmerige 18-20 cm lang. Die Männchen werden nach dem 3. bis 4. Lebensjahr geschlechtsreif (Muus u. Dahlström, 1978). Im Freiland tragen die Männchen während der Laichzeit von April bis Juli einen sogenannten Laichausschlag. Beide Geschlechter zeigen in dieser Zeit einen hellen Messingglanz an den Seiten (Heuschmann, 1957). Naht die Laichzeit heran, ziehen die laichreifen Tiere aus dem Brackwasser und den Seen flußaufwärts und laichen am Ufer an sandigen oder steinigen Stellen ab. Die Laichablage dauert etwa drei Tage; die klebrigen Eier sinken zu Boden und heften sich an Steinen oder Pflanzen an. Nach 10-20 Tagen schlüpft die Brut und zieht in ruhigere Gewässer. Die Elterntiere wandern gleich nach dem Abbläuen wieder flußabwärts (Muus u. Dahlström, 1978).

III. Material

Die untersuchten Skelette stammten von Fischen unterschiedlicher Herkunft und unterschiedlichen Alters. Vom Institut für Palaeoanatomie, Domestikationsforschung und Geschichte der Tiermedizin in München wurden mir 7 bereits präparierte und in Einzelknochen vorliegende Skelette zur Verfügung gestellt, die aus Freilandgewässern verschiedener Gebiete der BRD stammten.

Zusätzlich wurden noch 19 weitere Goldorfen präpariert; davon stammten 7 aus einer Fischzucht in Mindelaltheim, die restlichen Exemplare aus Kaltwasserbecken des Institutes für Zoologie und Hydrobiologie in München.

Die Altersstreuung der Fische lag zwischen 1 und 9 Jahren; ihre Größe zwischen 8,4 cm und 50 cm Gesamtlänge und das Gewicht zwischen 4,5 g und 1090 g.

Die noch lebenden Fische wurden zur Tötung in eine 0,007 % ige Lösung von Tricain-Methan-Sulfonat (MS 222^R)

Sandoz) bis zum Erlöschen der Reflexe gesetzt; anschließend gewogen und die Gesamtlänge, d.i. die Länge des Fisches von der Maulspitze bis zum Ende der Schwanzflosse, sowie die Standardlänge, d.i. die Länge des Fisches von der Maulspitze bis zum Rumpfbasis (letzte Schuppe), gemessen.

Das Alter wurde anhand der Schuppen bestimmt, oder, falls vorhanden, aus den bereits existierenden Unterlagen notiert.

Die Geschlechtsbestimmung erfolgte nach Eröffnung der Leibeshöhle; hierbei wurden die Fische entweidet, das Leergewicht, d.i. das Gewicht der Fische im ausgenommenen Zustand, bestimmt und die Fische schließlich in kochendem Wasser mazeriert.

Durch sorgfältige Durchsichtung des gesamten Kochgutes mittels Pinzetten und Sieben verschiedener Maschenweite wurden die Knochen ausgesondert, vollständig entfleischt und mehrmals gespült, schließlich getrocknet, gekennzeichnet und in Schachteln aufbewahrt.

Ein zusammenhängendes Skelett für Lagestudien der einzelnen Knochen wurde unter Mithilfe von Speckkäfern gewonnen. Ein vorher grob entfleischter Fisch von 40 cm Gesamtlänge und 820 g Lebendgewicht wurde dazu in ein Terrarium mit o.g. Käfern gelegt, welche nach einigen Tagen sämtliche Weichteile abgefressen hatten, so daß ein sauberes, in seinem Zusammenhang erhaltenes Skelett übrig blieb.

Für die Zeichnungen wurden die Einzelknochen von 9 disartikulierten Skeletten zugrunde gelegt; sie wurden miteinander verglichen und ihre gemeinsamen charakteristischen Merkmale herausgearbeitet.

Um bei den Zeichnungen Details genau darstellen zu können, wurden die Knochen vergrößert gezeichnet.

Die Größenverhältnisse in Relation zu Gesamtlänge, Standardlänge sowie zum Gesamtgewicht und Leergewicht wurden an insgesamt 19 Fischen unterschiedlichen Alters und Gewichts dargestellt.

IV. Allgemeines zum Skelettsystem der Cypriniden

A. Literaturübersicht

Über das Thema "Osteologie der Fische" ist seit über 100 Jahren viel geschrieben worden. Teilweise sind sehr umfassende Werke entstanden, z.B. von Sagemehl (1891) "Das Cranium der Cyprinoiden", oder von Gregory (1933) "Fish Skulls", welches sich vergleichend mit detaillierten Schilderungen über Aufbau, Herkunft und Entwicklung der Schädelknochen befaßt.

Abgesehen von allgemeinen zoologischen Werken, wie z.B. demjenigen von Romer (1976), Remane, Storch u. Welsch (1980) und Siewing (1985), befassen sich auch andere Autoren, wie z.B. Suworow (1959) in "Allgemeine Fischkunde", Reichenbach-Klinke (1970) in "Grundzüge der Fischkunde", Kükenthal (1984) im "Leitfaden für das zoologische Praktikum", Lagler, Bardach u. Miller (1977) in "Ichthyology" sowie Roberts u. Schlotfeldt (1985) in "Fish pathology" am Rande mit Osteologie. Es handelt sich hierbei vorwiegend um Aufzählungen der zugehörigen Knochen zu den einzelnen Skelettabschnitten, weniger um Form- oder Funktionsbeschreibungen.

Umfassendere Schilderungen des gesamten Fischskelettes finden sich bei Harder (1964) im Rahmen des "Handbuches für Binnenfischerei Mitteleuropas" Bd. II, von Demoll und Maier. Harder geht neben der Skelett-Einteilung, Knochenzugehörigkeit und allgemeinen Beschreibungen von Einzelknochen auch teilweise auf ihre Funktion ein, erwähnt jedoch nur selten Unterschiede zwischen verschiedenen Fischarten.

Untersuchungen, die sich speziell mit der Osteologie der Weißfische befassen sind zwar häufig, jedoch stehen bei

ihnen nur die Besonderheiten dieser Fischfamilie im Vordergrund. So existieren z.B. neben dem Abschnitt "Die Weißfische" von Heuschmann (1957) im "Handbuch für Binnenfischerei Mitteleuropas" Bd. III, von Demoll und Maier, welcher die wichtigsten osteologischen Merkmale der Cypriniden abhandelt, zahlreiche vergleichende Arbeiten spezieller Themen.

Über die Schlundknochen und -zähne sowie die Kauplatte fanden sich ausführliche Schilderungen in Arbeiten von Hoppe (1894) in "Untersuchungen über den Kauapparat des Cyprinoiden *Leuciscus rutilus*" und von Haempel (1907) in "Über die sogenannte Kauplatte der Cyprinoiden"; weiterhin bei Lerch (1971) in einem Artikel über "Fischzähne" sowie sehr ausführliche Untersuchungen bei Rutte (1962) in seinem Beitrag über "Schlundzähne bei Süßwasserfischen".

Der Kiefermechanismus wurde z.B. von Fiebiger (1931) in "Über den Bau und die Mechanik des Karpfenrüssels", Alexander (1966) in "The functions and mechanisms of the protrusible upper jaws of two species of cyprinid fish", Dubale und Nair (1977) in "Osteology of the heads of two species of rothee" sowie von Sibbing und Osse (1986) in "Food handling in the carp" beschrieben.

Detaillierte Abhandlungen über den Weber'schen Apparat finden sich bei Bridge und Haddon (1893) in "The air bladder and Weberian ossicles in the Siluroid fishes", Thilo (1908) in "Die Bedeutung der Weber'schen Knöchelchen", Chranilov (1927) in "Beiträge zur Kenntnis des Weber'schen Apparates der Ostariophysi", Evans (1929) in "A contribution to the anatomy and physiology of the air bladder and Weberian ossicles in cyprinidae", Krumholz (1943) in "A comparative study of the Weberian ossicles in North American ostariophysine fishes", Ramaswami (1955) in "The skull and Weberian apparatus of cyprininae", Alexander (1962) in "The structure of the Weberian apparatus in the cyprini" sowie bei Rosen und Greenwood (1970) in "The origin of the Weberian apparatus and the relationship of the ostariophysan and gonorynchiform fishes".

Über weitere spezielle Gebiete, die sich jedoch nicht nur auf die Cyprinidenanatomie beziehen, wie z.B.

"Über die Verbindungsweise des Schultergürtels mit dem Schädel bei Teleosteen" schreibt Siebenrock (1901) oder Fiebiger (1947) in "Die Skelettverbindungen und Gelenke der Fische".

Das Thema der Otolithen wird von Werner (1928) in "Studien über die Otolithen der Knochenfische", Froese (1938) in "Vergleichend - anatomische Studien über das Knochenfischlabyrinth" sowie von Casteel (1976) in "Fish remains in Archaeology" behandelt. In letztgenanntem Werk befinden sich auch Ausführungen über die Altersbestimmung von Fischen sowie über die Bestimmung von Größenverhältnissen von einzelnen Knochen zum Fisch. Diese beiden Themen werden auch bei Le Cren (1947) in "The determination of age and growth of the perch, *Perca fluviatilis*, from the opercular bone", Connell (1952) in "The opercular bone as an indicator of age and growth of the carp" und Bardach (1955) in "The opercular bone of the yellow perch, *Perca flavescens*, as a tool for age and growth studies" abgehandelt.

Die Rippen werden ausführlich bei Emelianov (1935) in "Die Morphologie der Fischruppen" beschrieben; die Flossen bei Eaton (1945) in "Skeletal support of the median fins of fish".

Über den Schultergürtel schreibt Gosline (1979) in "The structure and functions of the dermal pectoral girdle in bony fishes".

Beiträge über die Fleischgräten finden sich bei Kändler (1971) in "Über Vorkommen und Häufigkeit der Zwischenmuskelgräten bei Fischen aus Süß- und Salzwasser", Mann (1980) in "Wieviel Fleischgräten haben Süßwasserfische" sowie bei Zeitler (1983) in "Die Gräten unserer Süßwasserfische".

Mit der Knochenfeinstruktur befassen sich neben Wisniowski (1933) in "Über den Aufbau der Knochen des Innenskelettes bei Cypriniden" auch Ellis, Roberts und Tytler (1985) im Rahmen der "Grundlagen der Fischpathologie" von Roberts und Schlotfeldt (1985) mit diesem Thema.

Eine umfassende Darstellung eines Cyprinidenskelettes existiert nicht. Knorr (1977) beschreibt zwar im "Atlas zur Anatomie und Morphologie der Nutzfische, Nr. 5, *Cyprinus carpio*" auch Teile des Skelettes, jedoch nur im großen Überblick mit sehr knappem Text. Howes (1978 u. 80) vergleicht in zwei Arbeiten das Syncranium bei verschiedenen Spezies genau, schildert aber im Anschluß das postcraniale Skelett nur noch sehr knapp.

Die oben genannten Werke wurden dieser Arbeit zugrunde gelegt, wobei die immer wieder zu Rate gezogenen Bücher über allgemeine Osteologie von Gregory (1933), Suworow (1959), Harder (1964), Reichenbach-Klinke (1970), Romer (1976), Lagler (1977), Remane, Storch u. Welsch (1980), Kükenthal (1984) sowie von Siewing (1985) im Folgenden nicht mehr einzeln zitiert werden.

In der Nomenklatur, die in den verschiedenen Werken z.T. sehr voneinander abweicht, richtet sich die vorliegende Arbeit nach Lepiksaar's "Osteologia Pisces" (1981/83). Sie benützt lateinische Bezeichnungen und ist daher am eindeutigsten.

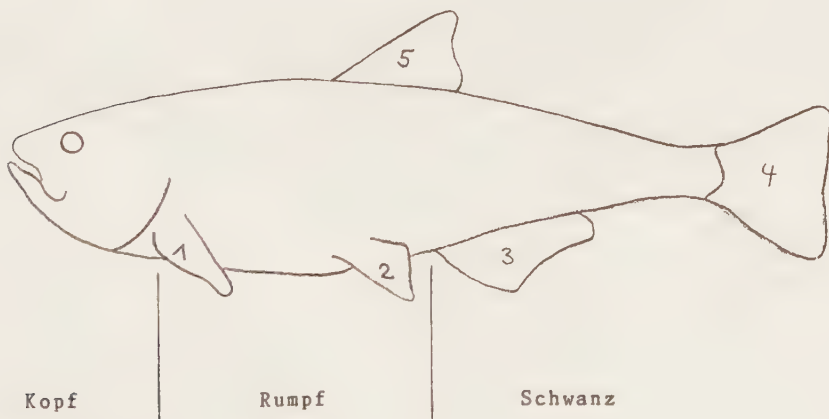
B. Grundlagen

Die Orfe besitzt einen spindelförmigen, seitlich etwas zusammengedrückten und im Querschnitt ovalen Körper mit allmählichem Übergang der drei Körperregionen ineinander: Kopf, Rumpf und Schwanz. Eine bewegliche, verschmälerte Halsregion fehlt, wie bei allen Fischen.

Der Kopf enthält das Gehirn, die großen Sinnesorgane, Mundhöhle und den Pharynx. Der Rumpf beginnt mit dem ersten Wirbel und endet mit dem After; er enthält die Leibeshöhle und die Hauptmasse der Eingeweide; von ihm geht die Bildung der paarigen und unpaaren Körperanhänge (Extremitäten, Flossen) aus. Der Schwanz enthält keine Eingeweide, er bildet unpaare Flossen.

Die Stromlinienform wird dadurch erreicht, daß der größte Querschnitt bei ca. $1/3$ der Gesamtlänge liegt und von hier aus die äußere Kontur langsam nach hinten ausläuft.

Abb. 1: Übersicht über die vereinfachte äußere Fischgestalt (nach Torke, 1978).



Zur Abb. 1:

Paarige Flossen: 1. Brustflossen, 2. Bauchflossen

Unpaare Flossen: 3. Afterflosse, 4. Schwanzflosse, 5. Rückenflosse

1. Die Einteilung des Skelettes

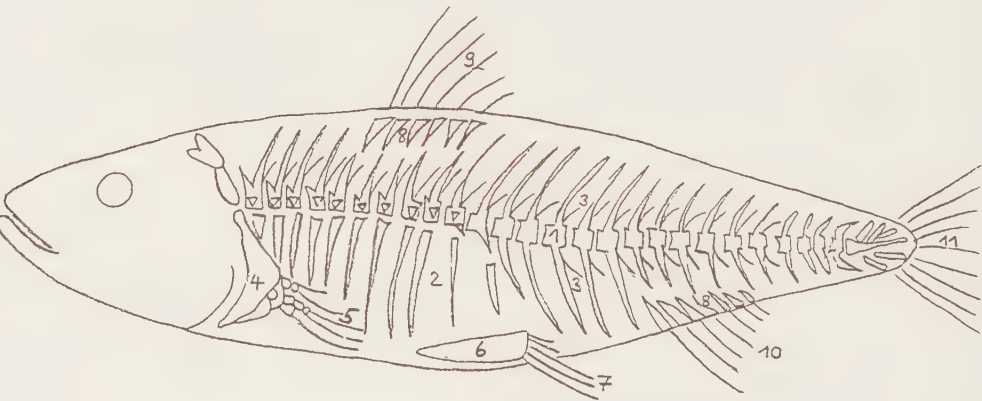
Das Skelett der Fische setzt sich aus Achsenskelett, Extremitätenskelett und Hautskelett zusammen.

Das Achsenskelett besteht aus der Wirbelsäule (Columna vertebralis) und dem Hirnschädel (Neurocranium), während der Eingeweideschädel (Branchiocranium, auch Viscero- oder Splanchnocranium) streng genommen zum Hautskelett gehört. Da der Hirn- und Eingeweideschädel aber eine funktionelle Einheit bilden, werden sie gemeinsam besprochen.

Zum Extremitätenskelett zählen sowohl die paarigen Flossen (Brust- und Bauchflossen), als auch die unpaaren (Rücken-, After- und Schwanzflosse).

Das eigentliche Hautskelett wird von den Schuppen gebildet.

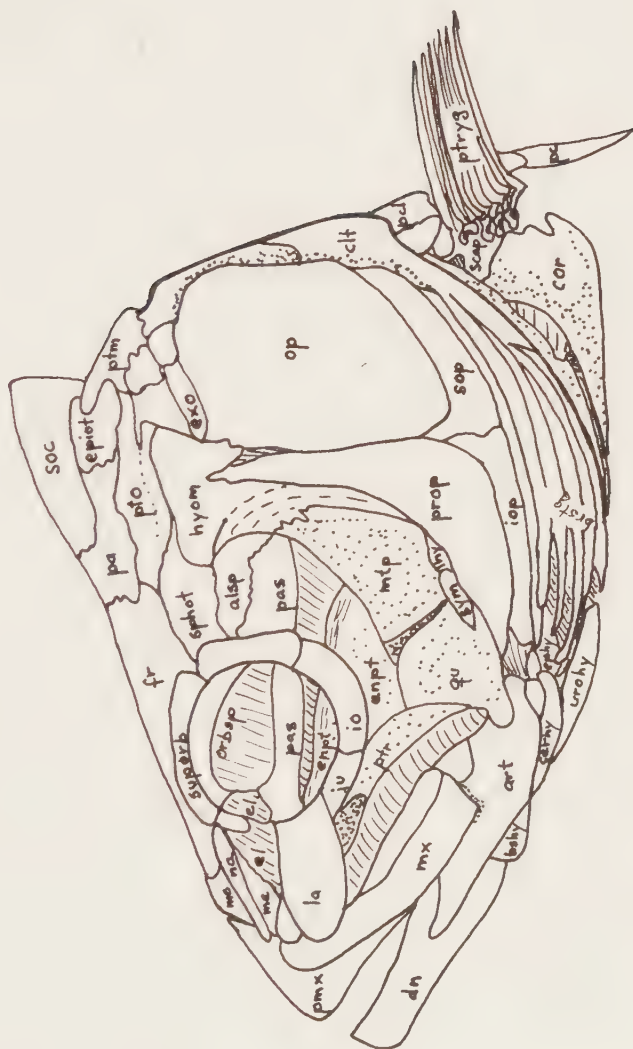
Abb. 2: Vereinfachtes Schema des Achsen- und Extremitätenskelettes eines Knochenfisches (ohne Darstellung des Kopfskelettes). (Nach Torke, 1978).



Zur Abb. 2:

Achsenskelett: 1. Wirbel, 2. Rippen, 3. Fleischgräten
 Extremitätenskelett: 4. Cleithrum, 5. Flossenstrahlen der Brustflosse, 6. Basipterygium, 7. Flossenstrahlen der Bauchflosse, 8. Pterygophori, 9. Flossenstrahlen der Rückenflosse, 10. Flossenstrahlen der Afterflosse, 11. Flossenstrahlen der Schwanzflosse

Abb. 3: Das Syncranium (nach Gregory 1933, etwas abgeändert)



Zur Abb. 3: Erläuterungen der Abkürzungen

an = Angulare	na = Nasale
art = Articulare	op = Operculare
alsp = Alisphenoid	orbsp = Orbitosphenoid
bshy = Basihyale	pl = Palatinum
brstg = Branchiostegalia	pas = Parasphenoid
clt = Cleithrum	pa = Parietale
cor = Coracoid	pcl = Postcleithrum
dn = Dentale	ptm = Posttemporale
dsph = Dermosphenoticum	pf = Praefrontale
el = Ethmoidale laterale	pmx = Praemaxillare
enpt = Entopterygoid	prop = Praeoperculare
ephy = Epihyale	pto = Pteroticum
epiot = Epioticum	ptryg = Pterygium (Brustflosse)
exo = Exoccipitale	qu = Quadratum
fr = Frontale	scap = Scapula
hyom = Hyomandibulare	sphot = Sphenoticum
ihy = Interhyale	sop = Suboperculare
iop = Interoperculare	supcl = Supracleithrale
ju = Jugale	suporb = Supraorbitale
la = Lacrimale	sym = Symplecticum
mx = Maxillare	urohy = Urohyale
me = Mesethmoid	
mtp = Metapterygoid	

Das Syncranium besteht aus Neurocranium und Branchiocranium.

Ersteres dient der Aufnahme, Befestigung und zum Schutz des Gehirns und der großen Sinnesorgane; letzteres der Befestigung und Stütze des vorderen Abschnittes des Ernährungskanals. Im Bereich dieses Schädelanteiles liegen Maul- und Kiemenhöhle, die ohne funktionelle Grenzen ineinander übergehen.

2. Die verschiedenen Knochenarten

Man unterscheidet ihrer Entstehung nach Knorpel- oder Ersatzknochen (= Autostosen) von Haut- oder Deckknochen (= Allostosen).

Erstere bilden sich an Orten, an denen vorher gleiche oder ähnliche Gebilde in Knorpelgewebe angelegt waren. Bei dem Verknöcherungsvorgang entwickeln sich entweder im Knorpel (enchondrale Verknöcherung) oder im Perichondrium (perichondrale Verknöcherung) Knochenbildungszentren, die den Knorpel mit der Zeit völlig ersetzen.

Ersatzknochen bilden das sogenannte Endoskelett; hierzu gehören Teile des Neuro- und Branchiocranium sowie die Wirbelsäule und das Skelett der Flossen.

Hautknochen dagegen entstehen direkt aus Verknöcherungszonen, die sich im Mesenchym des embryonalen Bindegewebes bilden. Es sind meist flache, membranartige Knochen, die oberflächlich in der Haut gelegene Skelettstücke darstellen.

Knorpelknochen sowie Hautknochen sind meist paarig angelegt, bis auf einige median gelegene, unpaare Knochen.

Die Feinstruktur der Fischknochen ähnelt derjenigen anderer Vertebraten. Im allgemeinen werden zwei Knochentypen unterschieden: Zelluläre und azelluläre.

Der erstgenannte enthält Osteozyten und ist auf die niederen Arten beschränkt; er liegt z.B. bei den Cypriniden vor.

Azelluläre Knochen dagegen treten bei weiterentwickelten Knochenfischen auf.

Obwohl in manchen Knochen beider Haupttypen Gefäßkanäle und "Markräume" vorkommen, gibt es dort kein haematopoetisches Gewebe. Die Funktion des Knochenmarkes der Säugetiere übernimmt bei den Fischen die Niere, v.a. die Kopfniere, der Pronephros, in dessen haematopoetischem Gewebe die Erythro-, Lympho- und Granulopoese stattfindet, sowie die Milz (Roberts u. Schlotfeldt, 1985).

3. Das Branchiocranium

Abb. 4: Grundscheema des Branchiocranium und der Circumorbitalia eines Cypriniden



Zur Abb. 4:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Praemaxillare | 7. Quadratum |
| 2. Maxillare | 8. Metapterygoid |
| 3. Palatinum | 9. Dentale |
| 4. Circumorbitalia: | 10. Articulare |
| 4a. Supraorbitale | 11. Angulare |
| 4b. Praefrontale | 12. Urohvale |
| 4c. Lacrimale | 13. Branchiostegalia |
| 4d. Jugale | 14. Interoperculare |
| 4e. Infraorbitale | 15. Praeoperculare |
| 4f. Dermosphenoticum | 16. Suboperculare |
| 5. Entopterygoid | 17. Operculare |
| 6. Ectopterygoid | 18. Hyomandibulare |

3.1. Die Kiemenbögen

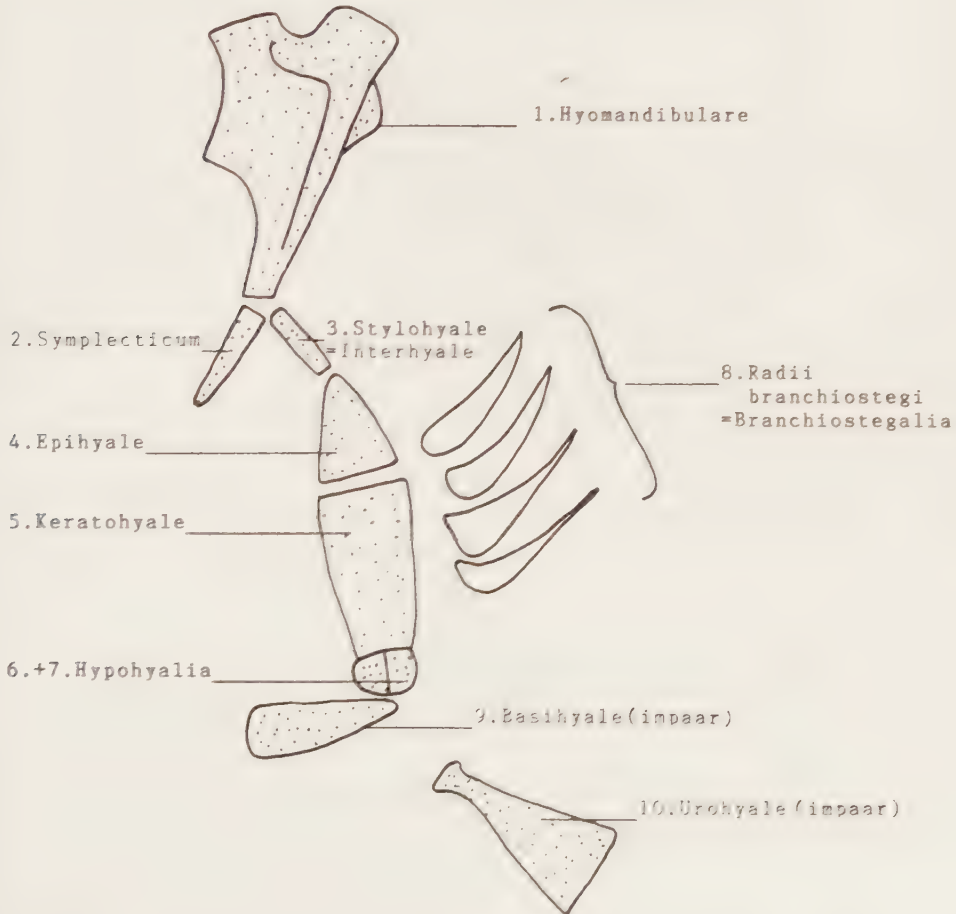
Das Branchiocranium setzt sich aus den sogenannten Kiemenbögen zusammen und wird in drei Abschnitte unterteilt:

1. Den 1. Kieferbogen oder Visceralbogen; hierzu gehören als Hautknochen das Praemaxillare, Maxillare, Dentale

und Angulare sowie die Knorpelknochen Palatinum, Quadratum, Articulare und die Pterygoidea.

2. Den 2. Kieferbogen oder Zungenbeinbogen; er umfaßt die Knorpelknochen Hyomandibulare, Symplecticum, Interhyale = Stylohyale, Epi-, Kerato- und Basi = Glossohyale sowie die Hautknochen darstellenden Radii branchiostegi und die Opercularia.

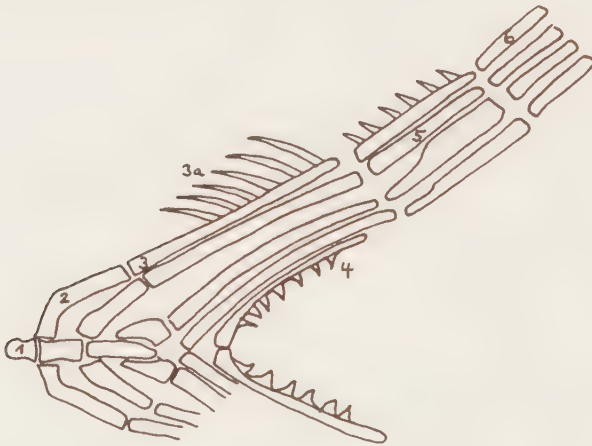
Abb. 5: Linker 2. Kieferbogen oder Zungenbeinbogen.



3. Die 3.-7. Kiemenbögen (=Branchialbögen). Sie werden auch mit römischen Ziffern als Kiemenbogen I-V bezeichnet, da sie, mit Ausnahme des rudimentären V. Bogens, die eigentlichen, d.h. mit respiratorischem Epithel versehenen Kiemenbögen darstellen und dem Gasaustausch und der Exkretion dienen. Diese Bögen bestehen (von dorsal nach ventral) jeweils aus Pharyngo-, Epi-, Kerato-, Hypo- und Basibranchiale.

Abb. 6: Die Branchialbögen

(Basalansicht)



Zur Abb. 6:

1. Basibranchialia, 2. Hypobranchialia, 3. Keratobranchialia, 3a. Reusenfortsätze, 4. Schlundzähne (=Keratobranchiale 5), 5. Epibranchialia, 6. Pharyngobranchialia

Bei den Cypriniden bildet sich am Keratobranchiale des V. Kiemenbogens ein kräftiger Schlundzahnapparat aus, der den sonst zahnlosen Fischen die Zerkleinerung der Nahrung ermöglicht.

Sämtliche Knochen des 3.-7. Kiemenbogens sind ihrer Herkunft nach Knorpelknochen.

Der 1. Kieferbogen läßt sich in Ober- und Unterkiefer gliedern.

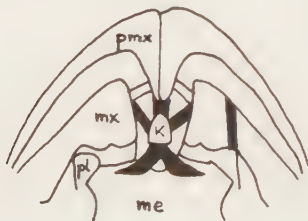
Der Oberkiefer zeigt bei den Cypriniden einen zahnlosen und weit vorstreckbaren Charakter; er wird seinerseits unterteilt in einen primären, inneren Teil (Palatoquadratum), bestehend aus Palatinum, Quadratum und den Pterygoidea, und einen sekundären oder äußeren Teil; hierzu zählen das Praemaxillare und Maxillare.

3.2. Der Kiefermechanismus

Den Mechanismus des vorstreckbaren Oberkiefers der Goldorfe hat Alexander (1966) eingehend untersucht. Zunächst die anatomischen Grundlagen:

Jedes Praemaxillare besitzt die Form eines L, mit einem labialen Ast, der die Oberlippe stützt, und einem aufsteigenden Ast, mit dem es mit seinem Partner der Gegenseite verbunden ist. Die aufsteigenden Fortsätze sind durch ein Ligament mit einem kleinen, medianen Knochen verbunden, der seinerseits am vorderen Ende des Cranium befestigt ist. Für diesen Knochen scheint die Bezeichnung "Kinethmoid" am passendsten (Harrington, 1955).

Abb. 7: Schema der anatomischen Lage der Oberkieferknochen der Goldorfe (von oben gesehen).



Zur Abb. 7:

pmx = Praemaxillare, mx = Maxillare, pl = Palatinum,
k = Kinethmoid, me = Mesethmoid.

Das ventrale Ende des Maxillare ist durch ein festes Band mit dem Coronoidfortsatz des Dentale verbunden; seine medianen Fortsätze stehen wiederum miteinander und mit dem Kinethmoid in Verbindung.

Die Maulbewegungen der Orfe während der Futteraufnahme sind schematisch in den Abb. 8 dargestellt.

Abb. 8: Die verschiedenen Positionen der Knochen während der Kieferbewegungen.



Zur Abb. 8:

1. Das Maul ist geschlossen, das Praemaxillare zurückgezogen, 2. das Maul ist leicht geöffnet und das Praemaxillare etwas vorgeschoben, 3. das Maul ist geschlossen bei stark vorgeschobenem Praemaxillare, 4. das Maul ist weit geöffnet.

In Abb. 8: 1 nähert sich der Fisch dem Futter, in Abb. 8: 2 beginnt er mit der Nahrungsaufnahme. Befindet sich das Futter ganz im Maul, sind die Praemaxillaria so weit nach vorne geschoben, daß das Maul geschlossen ist, Abb. 8: 3, obwohl der Unterkiefer nur wenig mehr herangezogen ist, als in Abb. 8: 2.

Die Nahrung wird durch Erweiterung der Backenhöhle bei ge-

geschlossenem Kiemendeckel in das Maul hineingezogen. Dieses schließt eine nach hinten und unten gerichtete Bewegung der ventralen Teile des Hyoidbogens mit ein, so daß der Mundboden tiefer wird.

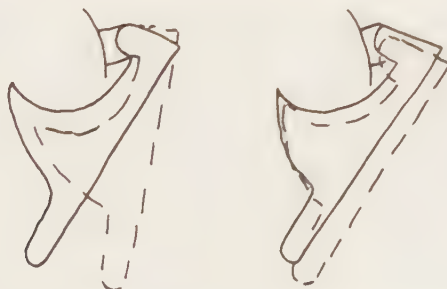
Ist die Backenhöhle so weit wie möglich ausgedehnt, (bei einer gegebenen Position des Unterkiefers), ist die Haut straff gespannt und der Kiefer könnte nicht angehoben werden, ohne den gesamten Boden der Backenhöhle mit anzuheben. Dieses würde wiederum das Volumen der Backenhöhle reduzieren, was ungünstig wäre, da ein Teil der bereits aufgenommenen Nahrung wieder ausgestoßen würde. Das Maul kann jedoch geschlossen werden, ohne daß dabei die Backenhöhle verkleinert wird, und zwar durch das Vorstrecken der Praemaxillaria.

Hierin scheint der größte Wert des vorstreckbaren Oberkiefers der Orfe zu liegen: Daß das Maul geschlossen werden kann, während die Backen voll erweitert sind.

Der Mechanismus der Vorstreckbarkeit der Praemaxillaria läßt sich folgendermaßen erklären:

Das Maxillare kann zweierlei Bewegungen ausführen: Es kann um sein dorsales Ende rotieren, oder es kann sich annähernd vertikal bewegen (s. Abb. 9).

Abb. 9: Bewegungsmöglichkeiten des Maxillare



1. Rotation

2. Vertikale Bewegung

Vertikale Bewegungen des Maxillare, wie in Abb. 9: 2., bedingen ein Vor- und Zurückziehen des Praemaxillare. Bewegen sich die Maxillaria nach unten, ziehen die Ligamente zwischen ihnen und dem Kinethmoid an letzterem, schwingen sein dorsales Ende nach vorne und ziehen die Praemaxillaria mit vor.

Bewegen sich die Maxillaria nach oben, ziehen sie das Kinethmoid und die Praemaxillaria mit zurück.

Wenn das Maul mäßig geöffnet ist, wie in Abb. 8: 2., werden die ventralen Enden vom Praemaxillare und Maxillare nach vorn und unten gezogen, sowohl von den Lippen, als auch von dem Ligament, welches zwischen Maxillare und Coronoidfortsatz des Dentale ausgespannt ist.

Die Bewegung des Maxillare ist eine Kombination aus Rotation, wie in Abb. 9: 1., und der Bewegung nach unten, wie in Abb. 9: 2.

Die Basis des medianen Fortsatzes des Maxillare, an welchem das Ligament vom Kinethmoid angeheftet ist, neigt dazu, sich nach oben und vorne zu bewegen (aufgrund der Rotation) und andererseits nach unten (aufgrund der Bewegung des Knochens nach unten). Die resultierende Vorwärtsbewegung ist allein ausreichend, um die partielle Vorstreckung der Praemaxillaria zu bedingen (s. Abb. 8: 1+2).

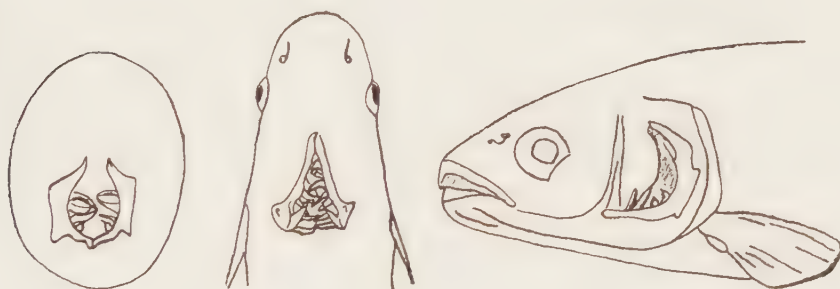
Mit den Oberkieferknochen arbeiten die Knochen des Unterkiefers zusammen. Sie bilden gemeinsam mit dem Praemaxillare und Maxillare einen Knochenkranz um die Maulöffnung. Jede Hälfte des Unterkiefers stellt einen einfachen Hebel dar, dessen Drehpunkt im Quadrato-Articulargelenk liegt. Dieses ist ein Scharniergelenk, also nur in einer Ebene voll bewegungsfähig.

Zu den Knochen des Unterkiefers zählen das Dentale, das Articulare und das Angulare. Letzteres ist bei Knochenfischen meist stark reduziert und wird bei Säugern zum Tympanicum des schalleitenden Apparates im Mittelohr.

3.3. Die Schlundknochen und -zähne

Die Zahnlosigkeit des Maules der Cypriniden wird durch die Schlundknochen, *Ossa pharyngea inferiora*, kompensiert, die mit starken Zähnen besetzt sind. Sie stellen das umgewandelte Keratobranchiale des V. Kiemenbogens dar (Heuschmann, 1957; Lerch, 1971; Knorr, 1977). Ihre Lage verdeutlicht die Abb. 10.

Abb. 10: Die Lage der Schlundknochen und Schlundzähne
(nach Rutte, 1962).



1. von vorne

2. von oben

3. von der Seite gesehen.

Die Schlundzähne sind in Form, Größe, Anzahl und Anordnung art- bzw. gattungscharakteristisch ausgebildet und können als gutes und sicheres Bestimmungsmerkmal dienen. Funktionell handelt es sich bei ihnen um echte Zähne (Heuschmann, 1957); von der Substanz her bestehen sie jedoch nur aus Dentin; Adamentin und Zement fehlen (Rutte, 1962).

Die Bezeichnung der Zahnabschnitte wurde nach morphologischen Gesichtspunkten festgelegt:

Der obere, aus der Schleimhaut herausragende Teil des Zahnes, wird als Krone bezeichnet, die dünnste Stelle als Hals und

der unterste, allmählich in den Knochen übergehende Teil als Wurzel (Heuschmann, 1957) bzw. als Zahnbasis (Rutte, 1962).

Unter dem Zahnfuß versteht man die gelegentlich bei ausgefallenen Zähnen sichtbare Region zwischen Zahnhals und Zahnbasis (Rutte, 1962; s. Abb. 11 u. 12, S. 23).

Der Hohlraum des Zahnes, die Pulpa, reicht bis zum unteren Teil der Krone.

Die Kauflächen der Zähne richten sich nach oben; sie liegen ungefähr parallel zur Kauplatte (Rutte, 1962).

Der Schlundzahn verwächst fest mit dem Schlundknochen; die Zahnschubstanz ist vom Knochen nur durch eine feine, wellige Naht geschieden (Rutte, 1962).

Abb. 11: Ansicht eines Schlundzahnes von oben

(nach Rutte, 1962).

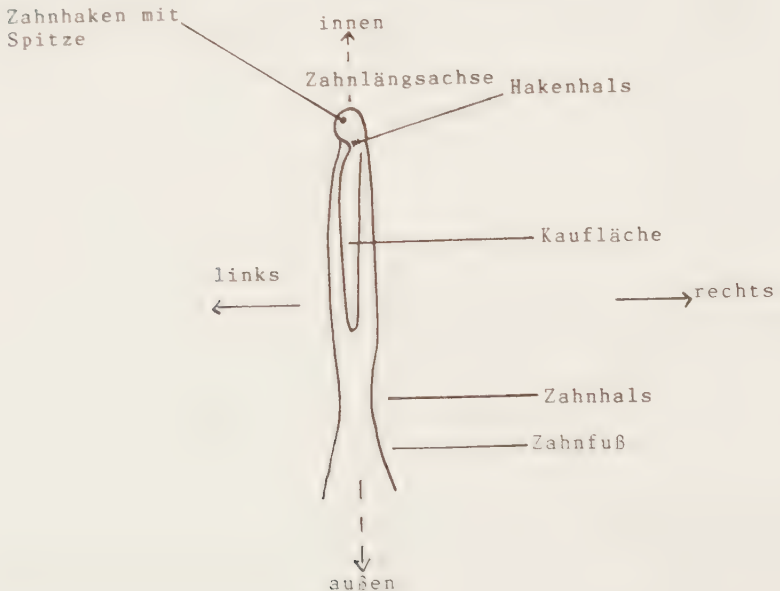


Abb. 12: Ansicht eines Schlundzahnes von der Seite
(nach Rutte, 1962).

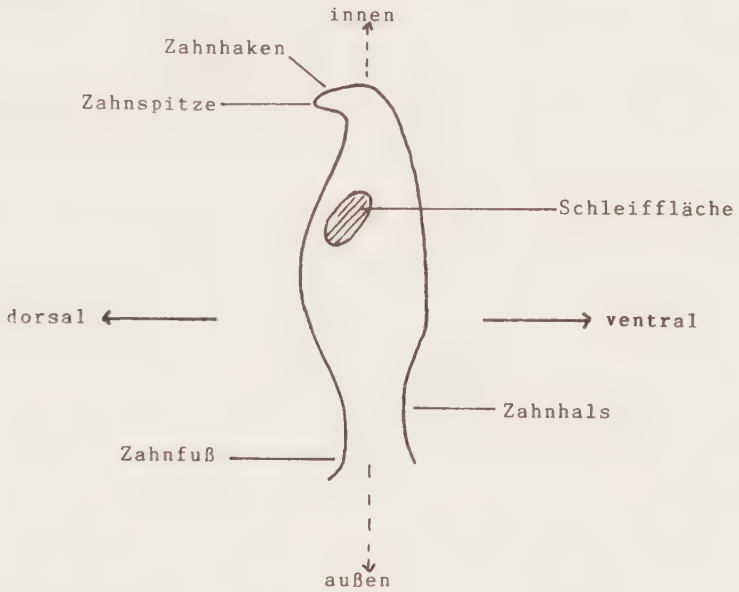
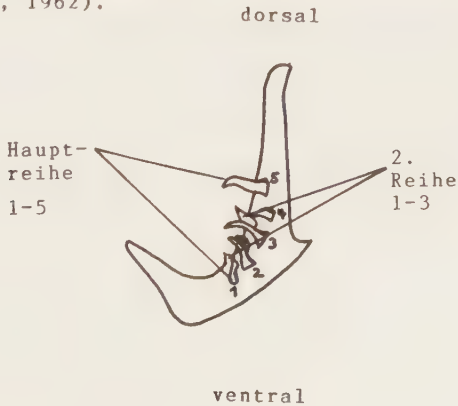


Abb. 13: Die Lage der Zähne am Schlundknochen
(nach Rutte, 1962).



Die einzelnen Zähne einer Reihe sind nicht gleichförmig und werden auch nicht gleichartig be- bzw. abgenutzt. Dieses spiegelt sich u.a. auch im Zahnwechsel wieder, der nicht alle Zähne gleichmäßig trifft, sondern stark vom Grad der Abnutzung abhängt.

Um eine dauernde Kaufähigkeit zu gewährleisten, werden die Zähne einzeln ausgetauscht. Rechter und linker Schlundzahnapparat zeigen zudem oft verschiedene Geschwindigkeiten des Zahnwechsels.

Cypriniden wechseln mehrmals jährlich die Zähne, wobei keine festen Regeln hinsichtlich der Jahreszeit oder der Zahngattung eingehalten werden (Heuschmann, 1957; Rutte, 1962).

Über den Zahnwechsel im Winter gehen die Meinungen auseinander. Während Heuschmann (1957) und Harder (1964) von einem häufigen Zahnwechsel zu dieser Zeit sprechen, kommt nach Rutte (1962) der Zahnwechsel im Winter zum Stillstand.

Die Resorption der alten, abgenutzten Zähne beginnt an der Wurzel. Der Prozeß schreitet gegen die Krone hin fort, bis diese nur noch lose in den Schleimhautfalten liegt, um schließlich verschluckt oder ausgespuckt zu werden. Unterdessen beginnt bereits die Entwicklung der Ersatzzähne, so daß diese, sobald die Wurzel des Vorgängers verfällt, vordringen, um ihn zu ersetzen (Rutte, 1962).

Über die biologische Funktion der Zähne bestehen verschiedene Auffassungen. Viele Autoren schreiben ihnen eine normale Kaufunktion zu; Heuschmann (1957) hält dieses für unwahrscheinlich, da die Nahrung der Weißfische nicht zerrieben oder zerkaut, sondern lediglich gequetscht wird.

Er nimmt dagegen an, daß vor allem die chitinöse Körperbedeckung der Hauptnahrungsmittel der Cypriniden (wie Bodentiere, kleine Muscheln, Schnecken- und Insektenlarven und Crustaceen) durch die Schlundzähne mechanisch aufgeschlossen wird. Außerdem schreibt er ihnen eine Funktion bei der "Nahrungssortierung" zu, da diese Fische neben der eigentlichen Nahrung auch Bodenbestandteile und

Pflanzen mit aufnehmen, die durch die Schlundzähne von der eigentlichen Nahrung abgetrennt und schließlich wieder ausgespuckt werden.

Rutte (1962) spricht dagegen von einem Hinweis auf die Hauptnahrung durch die Zähne; bei Friedfischen dienen sie seiner Auffassung nach mit ihrer stumpfen, dicken und breitflächigen Form einem Festhalten sowie dem Zerreißen, Zerraspeln oder Zermahlen der Nahrung.

4. Das Neurocranium

4.1. Übersicht

Die einzelnen Knochen des Neurocranium bilden eine Hülle um das Gehirn und die Kopfsinnesorgane.

Der Boden des Hirnschädels besteht vorwiegend aus Knorpelknochen; die Seitenwände sowie das Dach aus Hautknochen.

Abb. 14: Seitenansicht des Neurocranium ohne Circum-orbitalia (nach Lepiksaar, 1981/83, etwas abgeändert)

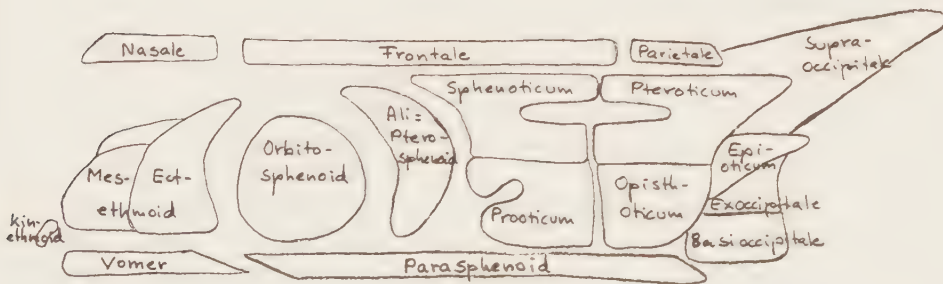
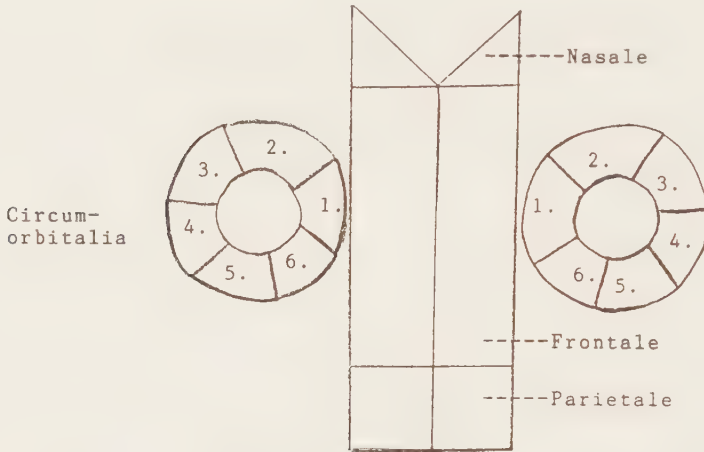


Abb. 15: Aufsicht auf das Dach des Neurocranium
(nach Lepiksaar, 1981/83, etwas abgeändert).



1. Supraorbitale, 2. Praefrontale, 3. Lacrimale, 4. Jugale, 5. Infra-orbitale, 6. Dermosphenoticum.

Abb. 16: Aufsicht auf die inneren = Knorpelknochen des Neurocranium (nach Lepiksaar, 1981/83, etwas abgeändert).

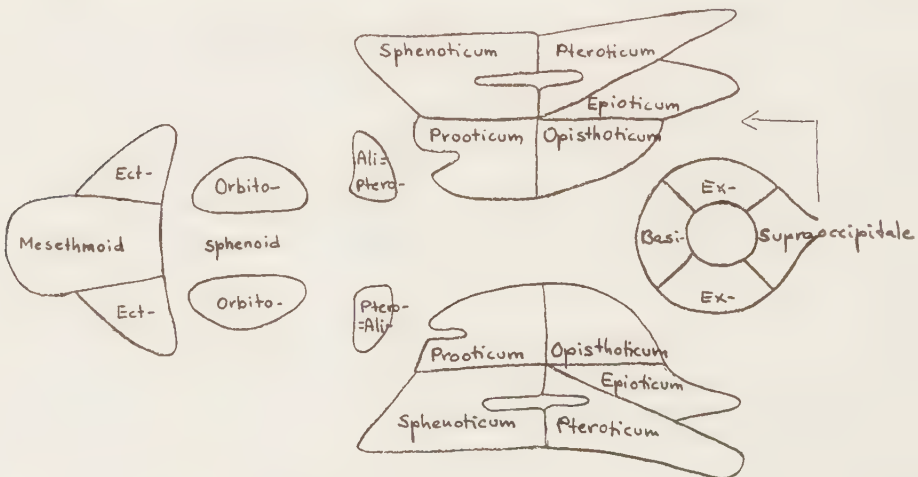
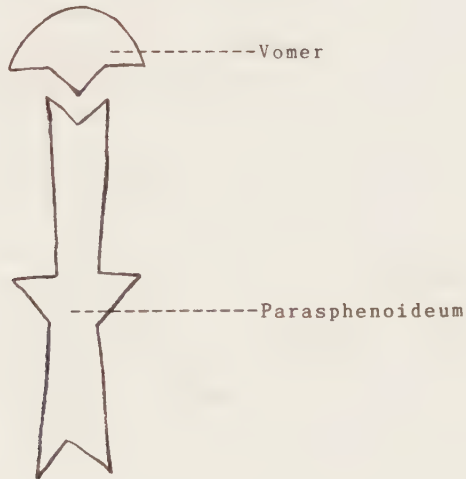


Abb. 17: Die Basis des Neurocranium (nach Lepiksaar, 1981/83).



4.2. Einteilung und Funktionen der einzelnen Abschnitte

Das Neurocranium wird in 4 Regionen unterteilt:

1. die Nasen- oder Nasalregion; sie beherbergt das Geruchsorgan,
2. die Augen- oder Orbitalregion; in ihr liegen die Augen,
3. die Ohren- oder Oticalregion; sie nimmt das Statoakustische Organ auf und umschließt das Gehirn apical und ventral, und
4. die Hinterhaupts- oder Occipitalregion; sie umfaßt den Hirnraum von caudal und lateral und läßt das ZNS durch das Foramen magnum austreten. Weiterhin bietet sie Ansatz für die Kiemenbögen, den Schultergürtel, die Wirbelsäule und die Rumpfmuskulatur.

Zu den Knochen der Nasenregion zählen das Ethmoidale laterale, das Mesethmoid, das Kinethmoid sowie das Nasale und der Vomer.

Die Knochen der Augenregion sind das Orbitosphenoid, das Alisphenoid, das Frontale und die sechs Circum-orbitalia.

Zu den Knochen der Ohrenregion gehören das Sphenoticum sowie das Pter-, Pro-, Epi- und Opisthoticum; außerdem das Parietale, das Supraoccipitale und das Exoccipitale.

Die Knochen der Hinterhauptsregion sind das Parasphenoid und das Basioccipitale.

Die Lage der einzelnen Knochen ist aus den Abb. 14-17 ersichtlich.

Das Basioccipitale trägt bei den Cypriniden einen charakteristischen Schlundfortsatz, den Processus pharyngeus (Sagemehl, 1891; Haempel, 1907), auf dem die sogenannte Kauplatte ruht (Hoppe, 1894; Heuschmann, 1957).

4.3. Die Kauplatte

Die Kauplatte, auch als Karpfenstein, Karpfenperle, Zahnplatte oder Meule bezeichnet, ist eine charakteristische Bildung der Cypriniden. Sie stellt eine hornige Platte dar, die fest auf dem Processus pharyngealis des Basioccipitale verankert ist und frei in die Rachenhöhle hineinragt (Sagemehl, 1891; Hoppe, 1894; Haempel, 1907; Heuschmann, 1957). Ihre Form ist artspezifisch.

Sie ist bei Cypriniden anstelle der oberen Schlundzähne ausgebildet, die bei Knochenfischen am Pharyngobranchiale II-IV sitzen (Suworow, 1959).

Die Kauplatte macht die Schlundzähne erst funktionsfähig, indem sie ihnen als Widerlager dient.

Die Größe der Kauplatte richtet sich nach den Schlundzähnen (Haempel, 1907). Gewöhnlich liegt sie mit ihrem Zentrum zwischen Schlundzahn 2 und 4. Bei Cypriniden mit unterschiedlich langen Schlundzähnen liegen die längsten und größten unter der Kauplatte (Rutte, 1962).

Nach Hoppe (1894) und Haempel (1907) lassen sich an der Kauplatte zwei Schichten erkennen: Eine weiße Basalschicht, die aus dem der Basalmembran aufliegenden Stratum basale und dem folgenden Stratum spinosum besteht (Kuhn, 1983); sie ist durch Papillen im Knochen verankert. Ihr folgt eine darüberliegende, braun-gelbe Schicht verhornender Zellen.

Die Bildung der Kauplatte setzt erst dann ein, wenn der junge Fisch seinen Dottersack resorbiert hat, d.h. wenn er gezwungen ist, Nahrung selbst zu suchen und aufzunehmen. Zähne und Kauplatte werden zur gleichen Zeit gebildet. Der Verhornungsprozeß findet gleichzeitig mit der Zahnentwicklung statt (Haempel, 1907).

5. Die Otolithen

Zum Abschluß der Ausführungen über das Neurocranium seien noch die Otolithen oder Statolithen erwähnt.

Sie zählen zwar nicht zu den knöchernen Gebilden, sollen aber trotzdem mitbesprochen werden.

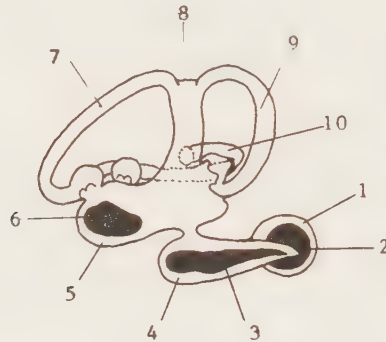
Es handelt sich bei ihnen um meist sehr feste Gebilde aus kohlensaurem Kalk. Sie liegen, von Endolymphe umgeben, in den drei Haupttaschen des Labyrinths des Innenohres.

3 Steine werden unterschieden, deren Namensgebung sich nach ihrer Form bei Cypriniden richtet:

Der Astericus (= Sternchen), welcher bei Cypriniden der größte der drei Otolithen ist, liegt in der Lagena, die Sagitta (= Pfeil) im Sacculus und der Lapillus (=Steinchen) im Utriculus (Werner, 1928; Froese, 1938; Casteel, 1976).

Die Lage der einzelnen Steine im Labyrinth zeigt die Abb. 18; die Lage des Labyrinths im Schädel ist aus der Abb. 19 ersichtlich.

Abb. 18: Die Lage der Otolithen im Labyrinth bei Cypriniden (nach Casteel, 1976). Seitliche Ansicht



Zur Abb. 18:

1. Lagena, 2. Astericus, 3. Sagitta, 4. Sacculus, 5. Utriculus,
6. Lapillus, 7. Canalis verticalis anterior, 8. Crus commune,
9. Canalis verticalis posterior.

Abb. 19: Die Lage des Labyrinths im Schädel (nach Knorr, 1977).
(die Lokalisation ist mit dem Pfeil markiert).

Seitliche Ansicht



Die Wände der Taschen des Labyrinths sind mit Sinneskörperchen ausgekleidet. Ihnen liegen die Otolithen auf, die je nach Bewegung des Kopfes ihre Lage verändern und so an verschiedenen Stellen einen mechanischen Reiz auf die Sinneshaare ausüben. Auf diese Weise wird der Fisch über seine Lage zur Schwerkraft orientiert; die Otolithen stellen also einen Teil des Gleichgewichtsorganes dar (Casteel, 1976).

Form und Größe der einzelnen Otolithen sind charakteristisch für die Art.

Generell unterscheidet man an den Otolithen zwei Flächen: Die äußere ist eher amorph, normalerweise flach oder konvex und kann konzentrische Ringe zeigen; ansonsten fehlen hier besondere Oberflächenstrukturen. Die Innenfläche ist flach oder konvex und zeigt einen hohen Grad von Skulptur.

Diese Formdetails erlauben zusammen mit der äußeren Gestalt häufig eine Identifikation der Fischart (Casteel, 1976).

6. Die Wirbelsäule mit Weber'schem Apparat und Rippen

6.1. Die Wirbelsäule

Die Wirbelsäule der Fische setzt sich aus einer unterschiedlichen Zahl von Wirbeln zusammen. Bei Cypriniden schwankt die Gesamtzahl zwischen 25 und 50 Wirbeln. Innerhalb einer Art ist die Streuung jedoch geringer.

Die Fische besitzen amphicoele Wirbel; d.h. die Facies terminales sind trichterförmig eingezogen. Jeder Wirbel besteht aus einem Corpus mit der cranialen und caudalen Facies terminalis und hat eine Reihe von Fortsätzen, die sich zu oberen und bei manchen Wirbeln auch zu unteren Bögen schließen.

Die oberen Bögen umschließen das Rückenmark, weshalb sie auch als Neuralbögen oder Neurapophysen bezeichnet werden.

Sie vereinigen sich dorsal, wobei die Dornfortsätze (Processus spinosi) als Ansatz für die Rückenmuskulatur bilden.

Die unteren Bögen werden im Truncalbereich durch das Tragstück oder die Apophyse repräsentiert, auch als Parapophyse oder Querfortsatz bezeichnet. An ihnen sitzt beweglich die Rippe.

In der Schwanzregion schließen sich die ventralen Bögen ebenfalls zu Processus spinosi zusammen und bilden einen Haemalkanal für die großen Blutgefäße: Arteria caudalis und Venae caudales. Aus diesem Grund werden die ventralen Bögen auch als Haemalbögen oder Haemapophysen bezeichnet.

Als Gelenkfortsätze sind bei den Fischen kleine dorsale und ventrale Zygapophysen ausgebildet, die sich cranial und caudal am Wirbelkörper befinden.

Die einzelnen Abschnitte der Wirbelsäule werden bei Cypriniden folgendermaßen bezeichnet:

Die ersten vier Wirbel sind die sogenannten Weber'schen Wirbel, da sie die Stützelemente des extracranialen Teiles des Weber'schen Apparates darstellen.

Nach caudal schließen sich die praecaudalen Wirbel an, (auch als Truncal- oder Rumpfwirbel bezeichnet), bei denen die Haemalfortsätze nicht zu einem Kanal geschlossen sind.

Die caudalen Wirbel, auch als Schwanzwirbel bezeichnet, weisen dagegen geschlossene Haemalbögen auf.

Der praeurale oder terminale Wirbel ist der letzte typische Wirbel; er liegt direkt vor dem Urostyl. Sein Haemalbogen wird auch als Parhypurale bezeichnet.

Das Urostyl schließlich ist das letzte Wirbelsegment; es weist keinen Haemalkanal mehr auf und zählt als ein Segment in der Gesamtzahl der Wirbel. Es entsteht als Fusionsprodukt mehrerer Wirbelkörper.

Die zugehörigen, umgestalteten Neuralbögen werden als Epuralia bezeichnet; die entsprechenden Bildungen der ven-

tralen Haemalbögen als Hypuralia.

Das Uronetrale ist ein paariger Knochen, der dorso-lateral mit dem Urostyl verwachsen ist. Es stellt spezialisierte Neuralfortsätze dar.

6.2. Der Weber'sche Apparat

Der Weber'sche Apparat ist ein wichtiges, gemeinsames Merkmal der Ostariophysii. Er verbindet die Vorderwand der Schwimmblase mit dem Labyrinth des Innenohres und besteht aus verschiedenen Elementen, die zusammen ein physiologisches Ganzes bilden (Chranilov, 1927; Krumholz, 1943; Ramaswami, 1955; Heuschmann, 1957; Alexander, 1962; Rosen u. Greenwood, 1970).

Nach Chranilov (1927) lassen sich vier Abteilungen des Weber'schen Apparates unterscheiden:

1. Die Pecie endolymphatica; sie entspricht dem vordersten Teil und wird aus den häutigen Ohrlabirynthen gebildet.

2. Die Pecie perilymphatica; sie vereinigt intracraniale (= Sinus impar) mit extracranialen Teilen (= Atria sinus imparis, welche perilymphatische Räume neben der Wirbelsäule herstellen) miteinander. (Näheres siehe Chranilov, 1927).

3. Die Ossicula Weberi und

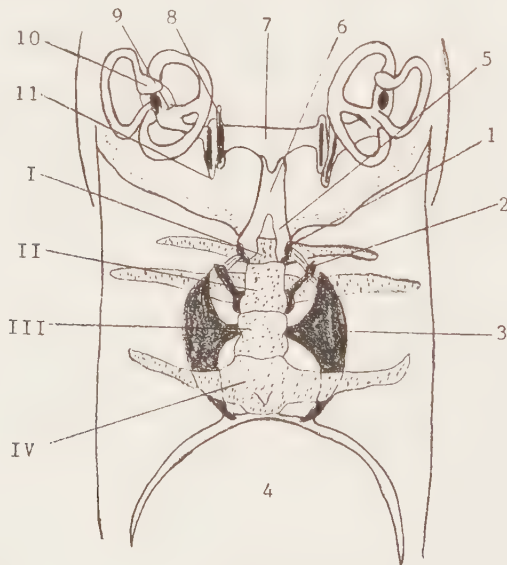
4. Die Camera arerea Weberiana; sie wird durch die vordere Abteilung der Schwimmblase repräsentiert, der im Gegensatz zur hinteren Abteilung keine eigentliche hydrostatische Funktion mehr zukommt.

Dem Weber'schen Apparat werden zwei Funktionen zugeschrieben. Zum einen dient er der Verbesserung der Schallwahrnehmung (Gregory, 1933; Knorr, 1977). Den Fischen fehlt ein Mittelohr mit Gehörknöchelchen, ebenso ein Außenohr. Sie sind somit auf Schallwahrnehmungen vom Körper zum Innenohr angewiesen (Lagler, 1977). Zum anderen ermöglicht der Weber'sche Apparat dem Fisch

durch die Weiterleitung von Spannungsveränderungen bzw. Druckschwankungen des vorderen Teiles der Schwimmblase zum Labyrinth auch die Orientierung über äußere Druckschwankungen und damit der Tiefeneinschätzung (Evans, 1929; Heuschmann, 1957; Lagler, 1977).

Die Weber'schen Knöchelchen liegen zu beiden Seiten der ersten vier Wirbelkörper (s. Abb. 20) und stellen einen beweglichen Hebelapparat dar (s. Abb. 21).

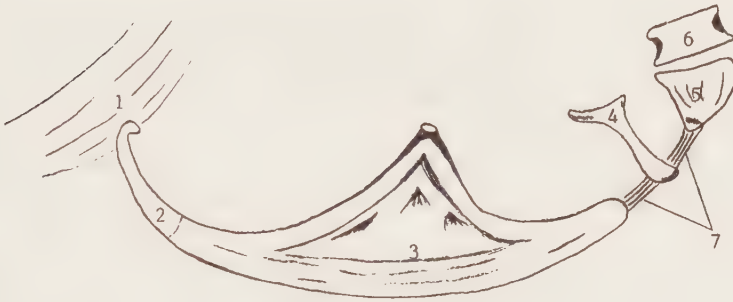
Abb. 20: Die Lage der Weber'schen Knöchelchen von dorsal
(nach Heuschmann, 1957 und Lagler, 1977).



Zur Abb. 20:

1. Scaphium, 2. Intercalare, 3. Tripus, 4. Schwimmblase, 5. Atrium sinus imparis, 6. Sinus impar, 7. Canalis transversus, 8. Sacculus, 9. Utriculus, 10. Ampulla, 11. Lagena, I.-IV. Wirbelkörper des 1.-4. Wirbels.

Abb. 21: Die Lagebeziehung der Weber'schen Knöchelchen zueinander (nach Krumholz, 1943).



Zur Abb. 21:

1. Schwimmblase, 2. Transformator-Fortsatz des Tripus,
3. Tripus, 4. Intercalare, 5. Scaphium, 6. Claustrium,
7. Ligamente.

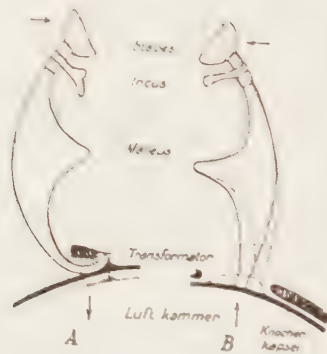
Zu den Weber'schen Knöchelchen zählen folgende 4 Knochen, die sich aus vorderen Teilen der Wirbelsäule entwickeln:

1. Das Claustrium
2. das Scaphium (= Stapes)
3. das Intercalare (= Incus) und
4. der Tripus (= Malleus).

Hinzu kommen die Ossa suspensoria, die der Unterstützung der Vorderkammer der Schwimmblase dienen.

Bei Fischen, wie z.B. Cypriniden, die keine Knochenkapsel um die Luftkammer aufweisen, tritt am Tripus ein sogenannter Transformator-Fortsatz auf. Er stellt den Kontakt zur Schwimmblase her (Chranilov, 1927; s. Abb. 22).

Abb. 22: Die Stellung der Weber'schen Knöchelchen bei unterschiedlichen Druckverhältnissen in der Luftkammer (nach Chranilov, 1927).



Zur Abb. 22:

A: Malleus mit Transformator bei häutiger Luftkammer,
 B: Malleus ohne Transformator bei knöcherner Luftkammer.
 Gestrichelt: Stellung bei Druckerhöhung in der Luftkammer.
 Die Pfeile deuten die Ausdehnung der Luftkammer an.

Jede Inwärts- oder Auswärtsbewegung des Fortsatzes des Tripus wird umgewandelt in einen Zug oder Druck auf das Knochensystem, damit wirkt ein Vorwärts- oder Rückwärtsimpuls auf die Perilymphe der Atriumhöhlen. So kommt es schließlich zu einer Mitteilung von Spannungsveränderungen zum Gehörorgan (Evans, 1929).

6.3. Die Rippen und Fleischgräten

Die Rippen sind im Bereich des Rumpfes seitlich an die Wirbel angeschlossen und enden frei in der Muskulatur, ohne sich ventral zu vereinigen. Ein Brustbein fehlt den Fischen (Fiebiger, 1947).

Man unterscheidet generell dorsale und ventrale Rippen,

wobei die Cypriniden nur ventrale Rippen besitzen (Emelianov, 1935).

Die Zwischenmuskularäten der Cypriniden gehören nicht zum eigentlichen Skelett, sondern stellen von ihm unabhängige Bildungen dar. Sie üben eine zusätzliche Stützfunktion aus (Kändler, 1971; Mann, 1980; Zeitler, 1983).

Bei den Cypriniden finden sich besonders viele Fleischgräten; sie bedingen den "Grätenreichtum" dieser Fische (Fiebiger, 1947).

Nach Reichenbach-Klinke (1970) unterscheidet man aufgrund ihrer Lage drei Gruppen von Gräten, allgemein als Epi-pleuralia bezeichnet:

1. schräg spinale, 2. ventrale und 3. laterale.

Die oberen Fleischgräten sind paarweise zu jedem Wirbel gehörig angeordnet; die unteren treten erst im Schwanzbereich auf. Ab der Körpermitte kommen die seitlichen dazu (Mann, 1980; Zeitler, 1983).

Die Anzahl der Fleischgräten schwankt beträchtlich, auch innerhalb einer Art. Die Orfe besitzt nach Kändler (1971) im Mittel 126 - 128 Stück.

7. Die Extremitätengürtel

Die paarigen Flossen der Fische basieren auf Gürteln von Knochen, von denen nur der vordere, der Schultergürtel, an das Achsenskelett angeschlossen ist. Der Beckengürtel besteht lediglich aus einem einzigen Element und liegt frei in die Rumpfmuskulatur eingebettet.

7.1. Der Schultergürtel

Der Schultergürtel besteht aus einer Reihe von bogenförmig angeordneten Knochen (s. Abb. 23); seine Achse verläuft vertikal zur Wirbelsäule. Er ist jedoch nicht mit letzterer

verbunden, sondern dem Kopfskelett angeschlossen (Siebenrock, 1901; Gosline, 1977; Roberts u. Schlotfeldt, 1985).

Neben seiner Aufgabe als Träger der Brustflosse, der er durch seine Verbindung zum Schädel eine feste Stütze bietet, hat der Schultergürtel noch weitere Funktionen: Er umschließt die Kiemenhöhle von caudal und dient dem Kiemendeckel bei dessen Schließung als Widerlager (Siebenrock, 1901).

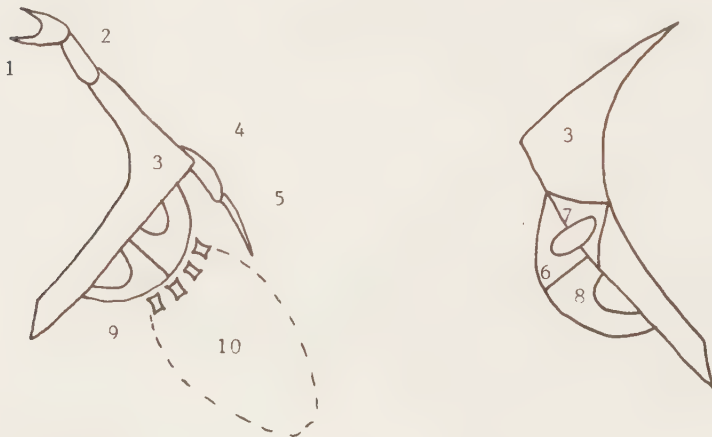
Zu den Knochen des Schultergürtels zählen (von dorsal nach ventral) :

Das Posttemporale, das Supracleithrale und das Cleithrale; hier schließen sich caudo-ventral das Postcleithrale dorsale und ventrale, die Scapula sowie das Mesocoracoid und das Coracoid an.

Abb. 23: Schematische Darstellung des Schultergürtels und der Brustflosse (nach Lepiksaar, 1981/83)

Lateralansicht

Medialansicht



Zur Abb. 23:

1. Posttemporale, 2. Supracleithrale, 3. Cleithrale,
4. Postcleithrale dorsale, 5. Postcleithrale ventrale,
6. Scapula, 7. Mesocoracoideum, 8. Coracoideum, 9. Radialia,
10. Lepidotrichia.

7.2. Der Beckengürtel

Der Beckengürtel der Fische setzt sich beiderseits aus einem einzigen Element, dem Basipterygium, zusammen. Mit seinem hinteren Ende treten bei Cypriniden die Radialia in Verbindung, die den Ansatz für die Flossenstrahlen der Bauchflosse bieten.

Der Beckengürtel liegt bei Cypriniden abdominal. Er weist keine Verbindung zur Wirbelsäule auf, sondern liegt frei in der ventralen Muskulatur des Rumpfes (Fiebiger, 1947; Roberts u. Schlotfeldt, 1985).

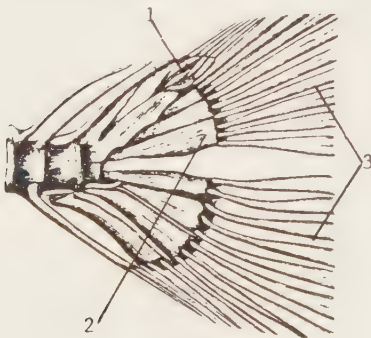
8. Die Flossen

Das Skelett der Flossen setzt sich aus dem der paarigen (Brust- und Bauchflossen) und dem der unpaaren Flossen (Rücken-, Anal- und Schwanzflosse) zusammen.

Die Brust- und Bauchflossen dienen der Stabilisation, bzw. als bewegliche Steuerorgane; ebenso die Rücken- und Anal-flosse.

Das eigentliche Hauptantriebsorgan ist die Schwanzflosse, die bei den Cypriniden einen homocerken Bau aufweist, d.h. sie ist äußerlich symmetrisch, innerlich jedoch nicht (s. Abb. 24).

Abb. 24: Aufbau einer homocerken Schwanzflosse
(nach Harder, 1964).



Zur Abb. 24:

1. Epuralia, 2. Hypuralia,
3. Flossenstrahlen.

Der typische Aufbau einer Flosse besteht aus 3 Abschnitten:

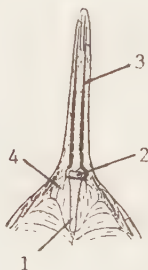
1. Einem basalen Flossenträger, dem Pterygophorus,
2. den Zwischenstücken oder Radialia sowie
3. den distal folgenden Flossenstrahlen oder Lepidotrichia (s. Abb 25).

Die o.g. Bestandteile sind bei den einzelnen Flossen unterschiedlich entwickelt.

Die Aufgabe des Flossenträgers ist zum einen die Unterstützung der distal folgenden Flossenstrahlen, zum anderen dienen sie als Ansätze für Muskeln, die die Flossen bewegen (Eaton, 1945).

Die Flossenstrahlen, bei denen man Hartstrahlen von Weichstrahlen unterscheidet, versteifen dagegen die peripheren Abschnitte der Flossen (Eaton, 1945; Fiebiger, 1947). Weichstrahlen setzen sich aus zahlreichen, länglich-viereckigen Knorpelstücken zusammen, so daß eine Quergliederung zu erkennen ist (Fiebiger, 1947; Heuschmann, 1957; Roberts u. Schlotfeldt, 1985). Hartstrahlen dagegen sind stark verknöchert, dicker und von der Basis an fest zusammengewachsen (Harder, 1964).

Abb. 25: Querschnitt durch die Rückenflosse eines Knochenfisches (nach Romer, 1976).



Zur Abb. 25:

1. Pterygophorus, 2. Radiale, 3. Lepidotriche,
4. Muskulatur.

9. Die Schuppen

Das eigentliche Hautskelett der Fische wird von den Schuppen gebildet, die als Verknöcherungen der Haut anzusehen sind.

Bei den meisten Weißfischen erstreckt sich die Beschuppung, mit Ausnahme des Kopfes und der Schwanzflosse, auf den gesamten Körper (Heuschmann, 1957).

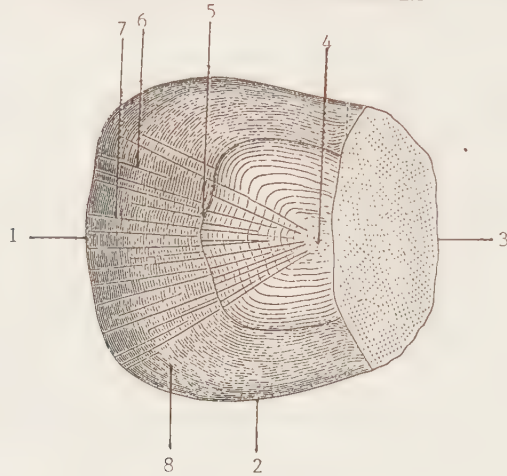
Das Schuppenkleid der Cypriniden besteht, wie bei den meisten Ostariophysii, aus Cycloidschuppen (s. Abb. 26 u. 27). Dies sind dünne, biegsame und durchsichtige Knochenplättchen mit mehr oder weniger runden Außenrändern, deren Oberfläche sich in vier Felder unterteilen läßt: Vorder- und Hinterfeld sowie zwei Seitenfelder.

Nur das Hinterfeld liegt frei, d.h. ist lediglich von der kutikularen Schuppentasche bedeckt; das Vorderfeld und die Seitenfelder liegen unter den angrenzenden Schuppen. Auf diese Weise entsteht eine dachziegelartige Anordnung (Casteel, 1976; Roberts u. Schlotfeldt, 1985).

Außer den konzentrischen Ringleisten, die auch als Sklerite, Circuli oder Striae bezeichnet werden, weisen die Schuppen meistens auf dem Vorder- oder Hinterfeld noch radiär verlaufende Furchen oder Rillen, die sogenannten Radii, auf. Diese beginnen entweder direkt am Focus (= primäre Radii), oder weiter vom Focus entfernt (= sekundäre Radii), (Heuschmann, 1957; Casteel, 1976). Sie ziehen zu den Einkerbungen der Außenränder hin und können, zusammen mit der Ausprägung des Vorderrandes und der allgemeinen Schuppenform, die Bestimmung der Artzugehörigkeit ermöglichen (Heuschmann, 1957).

Dieses ist jedoch oft problematisch, da eine große Variabilität der Schuppenform an verschiedenen Körperstellen des gleichen Fisches auftreten kann (Casteel, 1976).

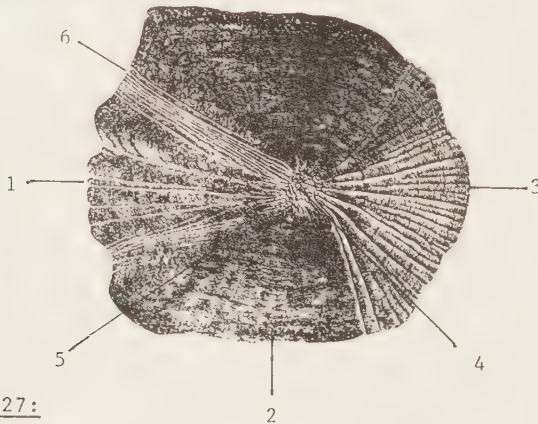
Abb. 26: Der Aufbau einer Cycloidschuppe (nach Plehn, 1924).



Zur Abb. 26:

1. Vorderfeld, 2. Seitenfeld, 3. Hinterfeld, 4. Focus,
5. Grenze des 1. Jahres, 6. sekundäre Radii, 7. primäre
Radii, 8. Circuli.

Abb. 27: Die Schuppe der Urfe (nach Heuschmann, 1957)



Zur Abb. 27:

1. Vorderfeld, 2. Seitenfeld, 3. Hinterfeld, 4. Focus,
5. Circuli, 6. Radii.

C. Die Altersbestimmung

Die Altersbestimmung bei Fischen aus gemäßigten Zonen mit deutlich unterschiedlichen Jahreszeiten ist anhand von Hartelementen wie Schuppen, Otolithen und bestimmten Knochen möglich, da diese durch zyklische Anlagerungen während des ganzen Lebens wachsen. Hierbei prägen sich auf ihrer Oberfläche die sogenannten Jahresringe aus (Connell, 1952; Bardach, 1955; Casteel, 1976; Knorr, 1977). Diese Ringe bilden sich bei allen oben genannten Hartelementen im Prinzip in gleicher Form, was im folgenden am Beispiel der Schuppen näher erläutert werden soll:

Niedere Wirbeltiere zeigen kein abgeschlossenes Wachstum; sie können zeitlebens größer werden. Die Wachstumsrate ist dabei zum einen abhängig vom Lebensalter, zum anderen von Umwelteinflüssen wie Klima und Nahrungsangebot. Durch diese beiden letztgenannten Faktoren kommt es im Wechsel von warmen, nahrungsreichen, zu kalten, nahrungsarmen Jahreszeiten zu Perioden schnelleren und langsameren Wachstums. Der Abstand der Sklerite oder Circuli nimmt dabei zu oder ab, so daß sich die vom Fisch erlebten Sommerhalbjahre durch weitere Ringe (= Anuli) oder hellere Zonen, die Winterhalbjahre als dichtere Ringe oder dunklere Zonen dokumentieren (Connell, 1952; Bardach, 1955; Casteel, 1976).

Für die Wissenschaftlichkeit dieser Altersbestimmungsmethode gibt Casteel (1976) anhand seiner Untersuchungen an Wirbeln folgende Gründe an:

1. Die Ringzahl vorne und hinten am selben Wirbel stimmt überein,
2. alle Wirbel eines Fisches weisen die gleiche Ringzahl auf,
3. besteht eine Proportionalität zwischen Ringzahl und Größe des Fisches einer Spezies und
4. resultiert bei Größenvergleichen zwischen Fischen bekannten und unbekannten Alters die gleiche Ringzahl.

Neben diesen Gründen, die für die Anwendung der Altersbestimmung nach dieser Methode sprechen, gibt es auf der anderen Seite auch eine Reihe von Einschränkungen: Bei jungen Tieren läßt die Zahl der Ringe einen präzisen Schluß zu; bei älteren Tieren treten jedoch häufig Fehlerquellen auf, da sich etwa ab dem 5. Lebensjahr das Wachstum des Fisches generell verlangsamt. Hierdurch werden die Abstände der Ringe kleiner, und die einzelnen Zonen lassen sich nicht mehr deutlich voneinander unterscheiden (Connell, 1952; Casteel, 1976; Carlander, 1987). Weitere Probleme können auftreten durch:

1. Sogenannte "falsche Ringe" oder Pseudoanuli, die durch Regeneration von beschädigten Schuppen entstehen (Casteel, 1976; Carlander, 1987),
2. Verdichtung der Ringe bei Stresssituationen (z.B. Krankheit),
3. Randerosionen der Schuppe oder
4. dislozierte Ringe, die z.B. auftreten, wenn sich die Schuppen in den Taschen verschieben, aber nicht ausfallen (Casteel, 1976).

V. Beschreibung des Skelettes der Goldorfe

A. Die Knochen des Branchiocranium

1. Die Knochen des 1. Kieferbogens

1.1. Die Knochen des Oberkiefers:

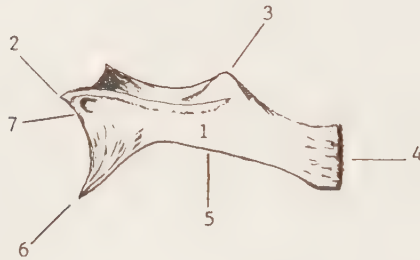
Das Palatinum der Orfe (s. Abb. 28) ist ein gedrungener und kompakter Knochen. Das Corpus verbreitert sich nach rostral und caudal, wobei es charakteristische Endstücke ausgebildet hat: Rostral wird ein Dreieck geformt durch 1. einen lateralen Processus maxillaris mit seitlicher Fossa articularis. Der maxillare Fortsatz läuft nach caudal in einen lateral liegenden Balken aus, der sich etwa bis zur Mitte des Corpus hinzieht und dort verstreicht; 2. durch einen dorso-medial gelegenen Flügel und 3. einen spitzen ventralen Flügel. Letzterer entspringt aus einer caudal am Corpus beginnenden ventralen Lamelle, die sich fast über die gesamte Länge des Knochens hinzieht.

Caudal liegt die Pars subpterygoidea, die vertikal abfällt und sich beweglich in eine Excavation des Entopterygoideum einfügt. Eine weitere Artikulation mit dem Ectopterygoideum, wie Harder sie generell beschreibt, liegt bei der Orfe nicht vor.

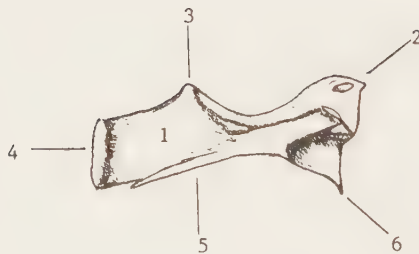
In der Mitte des Corpus liegt dorso-medial das Tuberculum articulare ethmoidale zur Artikulation mit dem Ethmoidale laterale.

Abb. 28: Os palatinum sin.

Lateral-
ansicht



Medial-
ansicht



Zur Abb. 28:

1. Corpus, 2. Processus maxillaris, 3. Tuberculum articulare ethmoidale, 4. Pars subpterygoidea, 5. Margo inferior, 6. Pars anterior, 7. Fossa articularis.

Das Quadratum der Orfe (s. Abb. 29) ist ein markant geformter Knochen mit einem axtblattförmigen Vorderteil, das einem griffartigen, lang nach hinten ausgezogenen Balken aufsitzt. Rostral an diesem Balken befindet sich eine Trochlea, die sich aus einem Condylus medialis und lateralis zusammensetzt, zur gelenkigen Verbindung mit dem Articulare. Diese Trochlea ist durch eine halsartige Einziehung abgesetzt. Mit seinem freien caudalen Ende bildet der Balken den Processus praeopercularis. Dieser trägt medial eine bis in die Spitze fortlaufende Crista, über der sich das Symplecticum, im Sulcus symplectici liegend, bis zur Incisura symplectici einfügt. Unterhalb dieser Crista schiebt sich das Praeoperculare von caudal her ein.

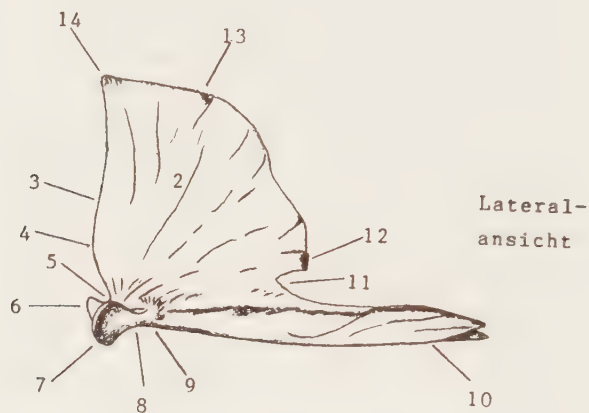
Auf der Facies lateralis liegt caudal der Trochlea ein kleines Foramen, das auf der medialen Seite in einer tiefen Grube mündet.

Mit seinem Margo superior liegt das Quadratum dem Metapterygoid gegenüber. Mit der Spitze des Axtblattes überlagert das Quadratum das Ecto- und Entopterygoid.

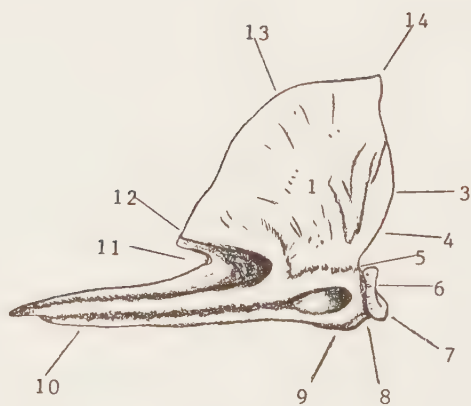
Zur Abb. 29:

1. Facies medialis, 2. Facies lateralis, 3. Margo ectopterygoidalis (= Margo anterior), 4. Angulus inferior anterior, 5. Incisura colli anterior, 6. Condylus medialis, 7. Condylus lateralis (6 + 7 = Trochlea quadrati), 8. Incisura colli posterior, 9. Angulus inferior posterior, 10. Processus praeopercularis, 11. Incisura symplectici, 12. Angulus superior posterior, 13. Margo superior (= Margo metapterygoidalis), 14. Angulus superior anterior, 15. Sulcus symplectici.

Abb. 29: Os quadratum sin.



Medial-
ansicht



Die Pterygoidea bestehen aus Meta-, Ecto- und Entopterygoid.

Das Metapterygoid der Orfe (s. Abb. 30) ist eine breite, dünne Knochenplatte mit gezackten Rändern und einem langgezogenen, rostro-dorsalen Fortsatz.

Der dorsale Rand ist konkav eingezogen, der ventrale und der rostrale Rand dagegen sind konvex. Mit seinem caudalen Rand legt sich das Metapterygoid dem Hyomandibulare an.

Unterhalb des dorsalen Randes der Facies lateralis zieht eine Muskelrinne entlang. Sie verläuft vom hinteren Rand des Knochens (beginnend zwischen zwei dünnen Knochenplättchen, der Lamina externa und interna), nach vorn bis in die Spitze des rostro-dorsalen Fortsatzes hinein.

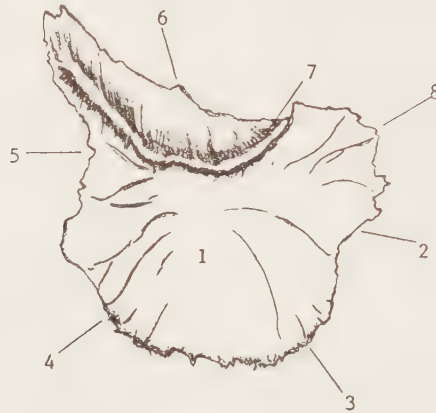
Lamina externa und interna verlaufen bis zur Mitte des Knochens auf gleicher Höhe und parallel, danach fällt die Lamina externa ab und läuft in Form einer Crista nach rostral aus.

Das Metapterygoid überlagert mit seinem rostro-dorsalen Fortsatz und dem Margo anterior das Ectopterygoid; mit dem Margo inferior liegt es - durch einen Spalt getrennt - neben dem Quadratum. Caudo-ventral grenzt das Metapterygoid ans Symplecticum.

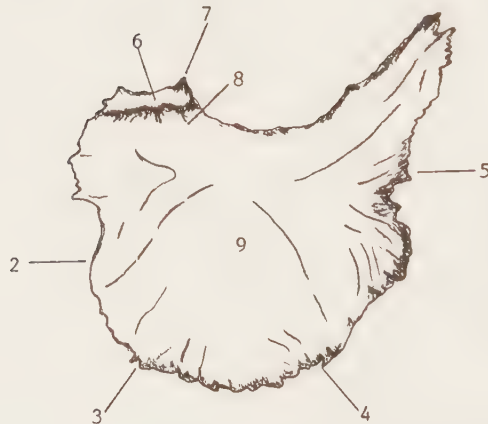
Meta-, Ento- und Ectopterygoid bilden zusammen einen Teil der basalen Begrenzung der Augenhöhle.

Abb. 30: Os metapterygoideum sin.

Lateral-
ansicht



Medial-
ansicht



Zur Abb. 30:

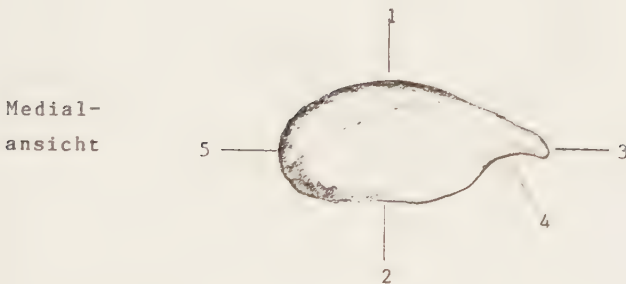
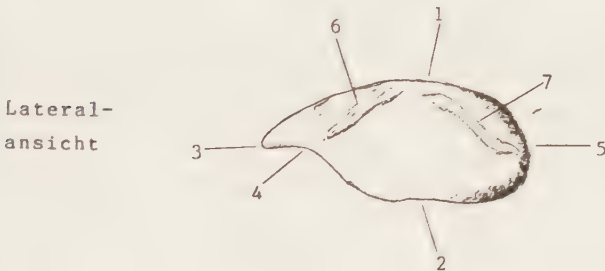
1. Facies lateralis, 2. Margo hyomandibularis, 3. Margo symplectici, 4. Margo inferior (= Margo quadrati), 5. Margo anterior (= Margo pterygoidalis), 6. Sulcus muscularis, 7. Lamina interna, 8. Lamina externa, 9. Facies medialis.

Das Ectopterygoid der Orfe (s. Abb. 31) hat die Form eines Blattes mit einem nach rostro-dorsal weisenden, breiten und stumpfen Blattstiel.

Mit seinem dorsalen Rand liegt es dem Entopterygoid auf; die dorso-rostral liegende Spitze weist in Richtung auf das Palatinum.

Caudo-dorsal unterliegt das Ectopterygoid dem rostralen Flügelrand des Quadratum.

Abb. 31: Os ectopterygoideum sin.



Zur Abb. 31:

1. Margo superior, 2. Margo inferior, 3. Angulus anterior, 4. Crus anterior, 5. Margo posterior, 6. Sulcus ectopterygoidalis, 7. Sulcus quadrati.

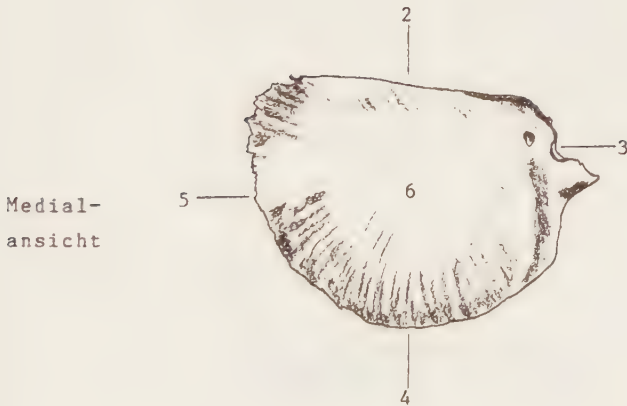
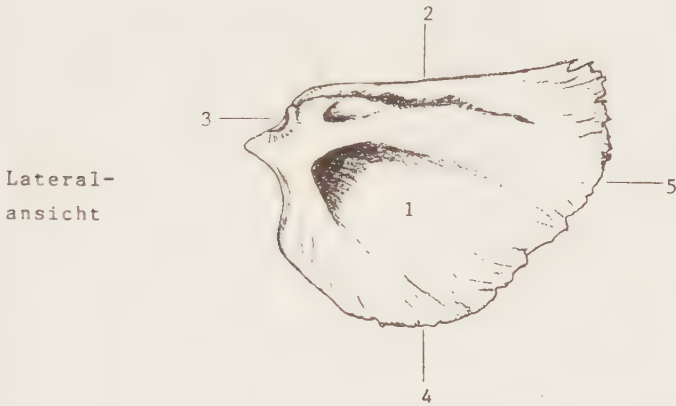
Das Entopterygoid der Orfe (s. Abb. 32) ist ein breiter, flacher und dünner Knochen; er verjüngt sich langsam zu seinem vorderen Ende hin (Pars anterior oder palatini). Dieses rostrale Ende trägt eine Gelenkgrube zur Artikulation mit dem Palatinum; hinter ihr liegt auf der medialen Seite ein kleines Foramen.

Der dorsale Rand ist gerade, die anderen Ränder zeigen dagegen eine Rundung und sind leicht gezackt.

Die Facies medialis ist konkav gewölbt; dieses findet auf der Facies lateralis Ausdruck in einer langgezogenen, ovalen Grube.

Das Entopterygoid unterliegt mit seinem caudalen Ende dem Metapterygoid, mit seinem dorsalen Rand dem Parasphenoid und mit seinem hinteren Rand dem Ectopterygoid.

Abb. 32: Os entopterygoideum sin.

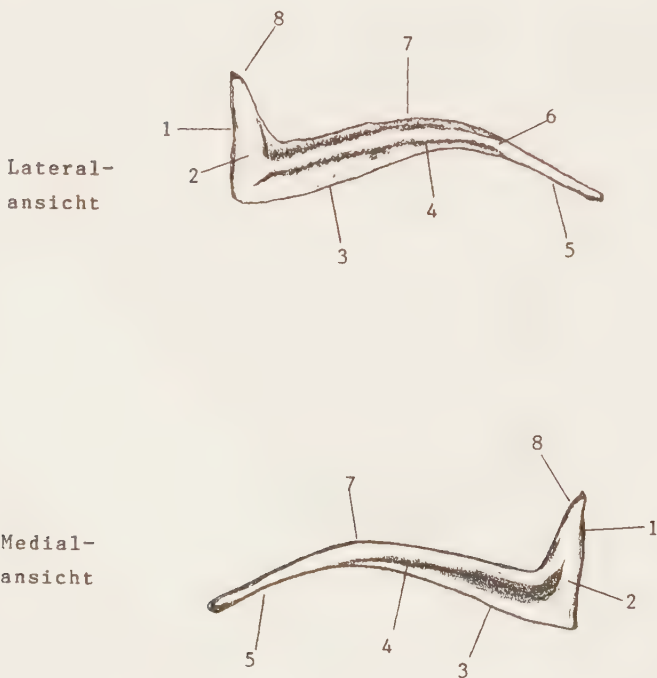


Zur Abb. 32:

1. Facies lateralis, 2. Margo superior, 3. Pars anterior (= Pars palatini), 4. Margo inferior (= Margo ectopterygoidalis), 5. Pars posterior (= Pars metapterygoidalis), 6. Facies medialis.

Das Praemaxillare der Orfe (s. Abb. 33) ist ein schlanker, spangenförmiger und nach dorsal gebogener Knochen mit einem rostralen Fortsatz, der dorsal aufsteigt (Processus anterior bzw. articularis). Dieser bildet mit dem entsprechenden Fortsatz des gegenüberliegenden Praemaxillare eine Symphyse. Das Corpus des Knochens wird caudo-lateral vom Maxillare überlagert; der ventrale Rand und das caudale Ende liegen frei.

Abb. 33: Os praemaxillare sin.



Zur Abb. 33:

1. Margo symphysicus, 2. Processus ascendens, 3. Margo ventralis, 4. Corpus, 5. Pars caudalis, 6. Crista posterior, 7. Margo dorsalis, 8. Processus anterior.

Das Maxillare der Orfe (s. Abb. 34) ist ein langer, schlanker Knochen mit einem rostralen Caput, das durch ein Collum vom Cornus abgesetzt ist. Nach distal läuft der Knochen schmal und dorso-ventral abgeflacht aus, wobei er leicht einwärts und nach unten gedreht ist.

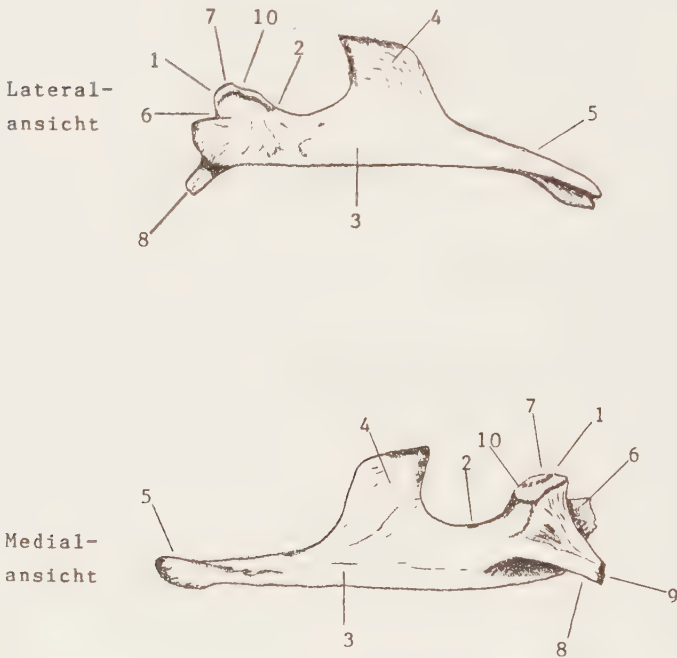
Über die mediale Seite zieht eine lange Kerbe zur Aufnahme des posterio-dorsalen Endes des Praemaxillare, an das sich das Maxillare von lateral eng anlegt. Das distale Ende des Knochen liegt frei.

Das Maxillare besitzt drei Fortsätze: Einen dorsalen, axtblattförmigen Fortsatz, der von lateral vollständig vom Lacrimale bedeckt wird, sowie zwei weitere Fortsätze am Caput: Den Processus externus oder Condylus, welcher Anker und Drehpunkt des Maxillare darstellt und den stabförmigen Processus internus oder Condylus, welcher nach innen und rostral gerichtet ist. Dieser nähert sich dem entsprechenden Fortsatz der gegenüberliegenden Seite, berührt ihn jedoch nicht.

Zwischen Maxillare und dessen Processus internus liegt der Sulcus praemaxillaris, in welchem das Praemaxillare mit der Basis seines aufsteigenden Fortsatzes zu liegen kommt. Da sich Processus externus und internus bis kurz vor die aufsteigenden Fortsätze der Praemaxillaria ausdehnen, begrenzen sie so deren caudale Bewegungsfähigkeit.

Latero-caudal des Condylus liegt der Sulcus palatini zur Artikulation mit dem Palatinum.

Abb. 34: Os maxillare sin.



Zur Abb. 34:

1. Caput maxillare, 2. Collum maxillare, 3. Corpus maxillare, 4. Crista maxillaris, 5. Pars caudalis, 6. Sulcus praemaxillaris, 7. Processus internus, 8. Processus externus, 9. Tuberositas proc. externi, 10: Sulcus palatini.

1.2. Die Knochen des Unterkiefers:

Das Dentale der Orfe (s. Abb. 35) ist der größte Knochen des Unterkiefers. Es ist rostral nach innen gebogen, um eine Symphyse mit seinem Partner der Gegenseite zu bilden. Der ventrale Margo inferior ist nahezu gerade; der dorsale Margo superior steigt dagegen von der Symphyse aus nach caudal hin an, wo sich auf etwa $\frac{2}{3}$ der Gesamtlänge des Knochens ein dorsaler Fortsatz erhebt. Dieser Processus aboralis superior kommt unter den Enden des Praemaxillare und Maxillare zu liegen und ist mit diesen beweglich verbunden (s.S. 17 ff.).

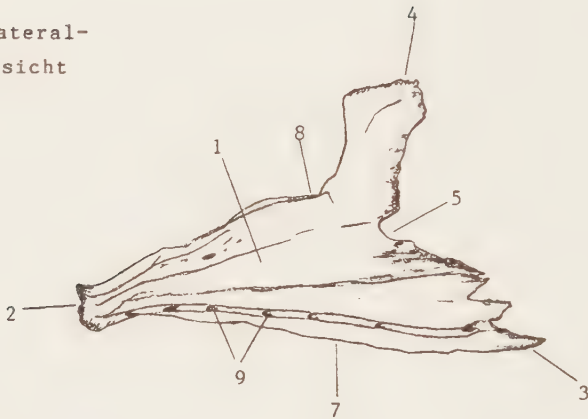
Caudal der Basis dieses Fortsatzes befindet sich die Incisura posterior externa bzw. interna.

Der caudale Rand des Dentale ist stark gezackt und bildet am hintersten Punkt des Knochens einen weiteren Fortsatz aus, den Processus aboralis inferior. Am oberen Teil dieses caudalen Randes ist das Dentale mit dem Articulare und darunter mit dem Angulare verbunden.

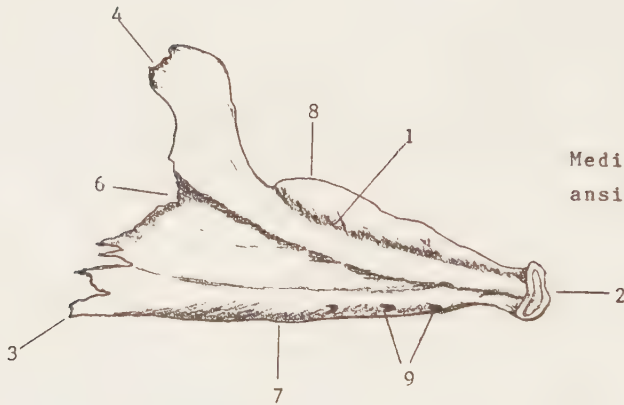
Lateral am Corpus verläuft fast über die gesamte Länge des Dentale eine perforierte Knochenröhre mit 5-8 Poren (Pori lineae lateralis), die einen Teil des Seitenlinienorgans umschließt.

Abb. 35: Os dentale sin.

Lateral-
ansicht



Medial-
ansicht



Zur Abb. 35:

1. Corpus, 2. Symphysis, 3. Processus aboralis inferior,
4. Processus aboralis superior, 5. Incisura posterior ex-
terna, 6. Incisura posterior interna, 7. Margo inferior,
8. Margo superior, 9. Pori lineae lateralis.

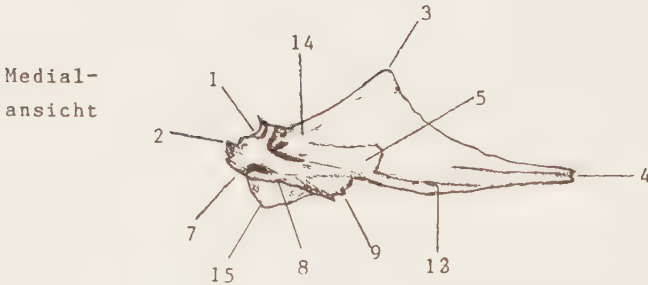
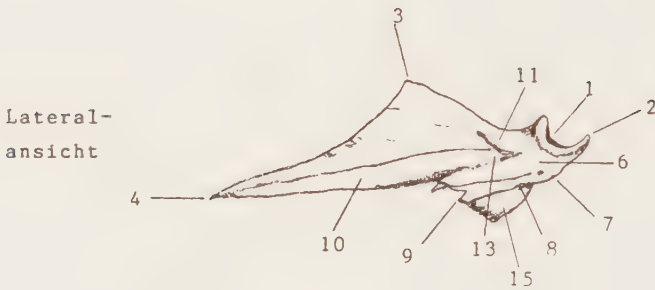
Das Articulare der Orfe (s. Abb. 36) trägt caudal einen Gelenkabschnitt mit einer Gelenkfläche zur Artikulation mit dem Quadratum. Hinter dieser Gelenkfläche läuft der Knochen in einen Fortsatz, den Processus postarticularis, aus. Durch einen Sulcus subarticulāris ist die Gelenkfläche vom übrigen Knochen abgesetzt. Von hier aus laufen zwei Leisten nach rostral: Die Costa inferior externa zieht ventral bis nach vorn ins spitz zulaufende Ende des Knochens (Processus anterior); die Costa superior dagegen verläuft nach dorsal und verstreicht bald. So bilden die beiden Leisten zusammen einen spitzen Winkel, in welchem eine Grube, die Fossa praearticularis, liegt.

Am ventralen Rand, zwischen Angulus ventralis posterior und anterior, befindet sich die Incisura angularis, eine leichte Einkerbung zur Artikulation mit dem Angulare.

Auf der medialen Seite des Articulare liegt dorso-rostral des Gelenkabschnittes eine Fossa interna. Von dieser Grube aus zieht ein langgezogener Fortsatz nach rostral, der eng an den Knochen angeschmiegt liegt (Processus cartilaginis Meckeli). Unterhalb davon erhebt sich eine Leiste, die bis zur Spitze des Knochens nach vorne zieht.

Das Angulare der Orfe (s. Abb. 36: 15) ist ein kleiner, dreieckiger Knochen, der dorsal mit dem Articulare und vorne mit dem Dentale artikuliert. Sein unterer und hinterer Rand liegen frei.

Abb. 36: Os articulare sin.

Zur Abb. 36:

1. Facies articularis quadrati, 2. Processus postarticularis, 3. Processus coronoideus, 4. Processus anterior, 5. Processus cartilaginis Meckeli, 6. Sulcus subarticularis, 7. Angulus ventralis posterior, 8. Incisura angularis, 9. Angulus ventralis anterior, 10. Costa inferior externa, 11. Costa superior, 12. Costa inferior interna, 13. Fossa praearticularis, 14. Fossa interna, 15. Os angulare

2. Die Knochen des 2. Kieferbogens

Das Hyomandibulare (s. Abb. 37a), welches beim Säuger zum Steigbügel (Stapes) des Mittelohres wird, dient bei den Knochenfischen nicht nur der Aufhängung des Unterkiefers am Neurocranium, sondern auch der Stütze des gesamten Hyoidbogens.

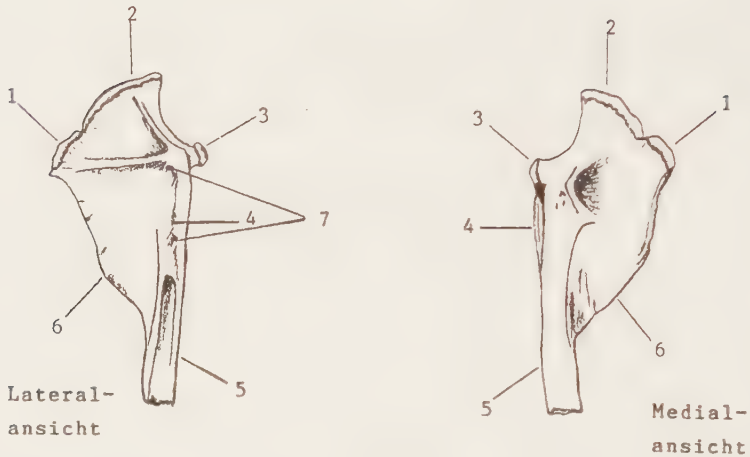
Bei der Orfe ist es ein großer, kräftiger Knochen, der in seiner Form an ein Beil erinnert. Dorsal befinden sich zwei hintereinanderliegende, langgezogene und schräg nach rostro-ventral abfallende Gelenkflächen. Sie gehen aus flügelartigen Fortsätzen hervor und dienen der Artikulation mit dem Pteroticum, dem Sphenoticum sowie dem Prooticum. Ein dritter, runder Gelenkkopf zur Artikulation mit dem Operculare liegt den beiden Gelenkflächen caudal (im oberen Drittel des Hyomandibulare) gegenüber.

Von den beiden dorsalen Gelenkflächen bis zum stabförmig nach ventral ziehenden Processus inferior (= Processus symplectici) verläuft eine dünne, spannhautartige Knochenplatte, mit deren vorderem Rand das Hyomandibulare an das Metapterygoid grenzt. Ihr gegenüber erhebt sich auf der lateralen Seite, vom Processus symplectici ausgehend, eine nach caudal zeigende und gerade nach oben verlaufende Knochenlamelle. Mit dieser Crista praeopercularis überlagert das Hyomandibulare das Praeoperculare. Sie zieht auf Höhe des 3. Gelenkkopfes in einem ca. 60° Winkel nach dorso-rostral und läuft langsam aus.

Eine weitere Leiste verläuft horizontal vom Winkel der o.g. Lamelle zum vorderen unteren Ende der rostro-ventralen Gelenkfläche.

Auf der medialen Seite liegt caudo-distal des Gelenkkopfes ein Foramen. Es ist von mehreren Gefäßlöchern durchbrochen und zieht sich durch den Processus symplectici. Auf der lateralen Seite öffnet er sich in einem langgezogenen Foramen.

Abb. 37a: Os hyomandibulare sin.

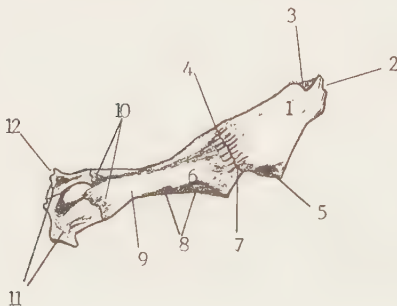


Zur Abb. 37a:

1. Processus articularis sphenoticus, 2. Processus articularis pteroticus, 3. Processus articularis opercularis, 4. Crista praeopercularis, 5. Processus inferior (= Processus symplectici), 6. Margo metapterygoidalis, 7. Foramina für Gefäße.

Abb. 37b: Os epi-, kerato- und hypohyale sin. (Maßstab 1:2)

Lateralansicht



Zur Abb. 37b:

1. Epihyale, 2. Apex, 3. Facies articularis interhyalis, 4. Margo synchondrosis mit Denticuli, 5. Ansatzstelle für Branchiostegalstrahl, 6. Keratohyale, 7. Basis mit Denticuli, 8. Ansatzstellen für Branchiostegalstrahlen, 9. Pedunculus keratohyalis, 10. Processus hypohyalis medialis und lateralis, 11. Hypohyalia, 12. Facies articularis basihyalis.

Das Symplecticum der Orfe ist ein länglicher Knochen mit einer nach caudal gerichteten Basis, durch welche es mit dem Processus symplectici des Hyomandibulare verbunden ist.

Auf das Corpus folgt eine rostral gelegene Spitze, Apex, mit der sich das Symplecticum in die Incisura symplectici des Quadratum einfügt.

Mit seinem dorsalen Rand liegt das Symplecticum dem Metapterygoid an; sein ventraler Rand liegt je zur Hälfte dem Quadratum und dem Praeoperculare auf.

Medial vom Symplecticum liegt das Epihyale.

Das Interhyale der Orfe ist ein kleiner Knochenstift, der caudo-medial des Symplecticum liegt. Es stellt die Verbindung zwischen dem Processus symplectici des Hyomandibulare und dem Epihyale her.

Das Epihyale der Orfe (s. Abb. 37b) ist ein etwa dreieckiger Knochen mit einer caudal liegenden Spitze, Apex, die eine kleine Gelenkgrube zur Aufnahme des Interhyale trägt.

Der Knochen verbreitert sich nach rostral hin, wo die Basis des Dreiecks, der Margo synchondrosis, liegt. Durch diesen ist das Epihyale mit dem Keratohyale verbunden.

Neben der caudalen Gelenkgrube liegt ein kleines Foramen, durch welches ein Teil des Seitenlinienorganes hindurchläuft.

Lateral setzt in der Nähe der Basis des Knochens ein Branchiostegalstrahl an.

Das Keratohyale der Orfe (s. Abb. 37b) ist ein kräftiger, breiter Knochen mit einer breiten, caudal liegenden Basis, durch die es mit dem Epihyale durch kleine Zähnnchen, Denticuli synchondrosis, fest verbunden ist.

Sein rostrales Ende ist durch eine halsartige Einziehung, Pedunculus keratohyalis, vom übrigen Knochen abgesetzt und teilt sich in zwei Fortsätze, welche jeweils eine Gelenkfläche zur Artikulation mit den Hypohyalia aufweisen.

Auf der lateralen Seite liegen oberhalb des ventralen Randes zwei Gruben; eine größere caudale und eine kleinere rostrale zur Verbindung mit den Radii branchiostegi. Der vorderste Branchiostegalstrahl setzt medial am Keratohyale an. Auf der medialen Seite des Keratohyale liegen mehrere (3-5) Foramina, durch die Äste des Seitenlinienorganes ziehen.

Die Hypohyalia der Orfe (s. Abb. 37b) sind kleine, kompakte, gabel- oder v- förmige Knochen mit je einem Gabelfortsatz zur Artikulation mit dem Keratohyale sowie mit dem benachbarten Hypohyale. Durch ihre Verbindung untereinander und mit dem Keratohyale formen sie auf jeder Seite einen Ring. Rostral sind die beiden ventral liegenden Hypohyalia mit dem unpaaren Basihyale verbunden; von caudal schiebt sich das ebenfalls unpaare Urohyale ein.

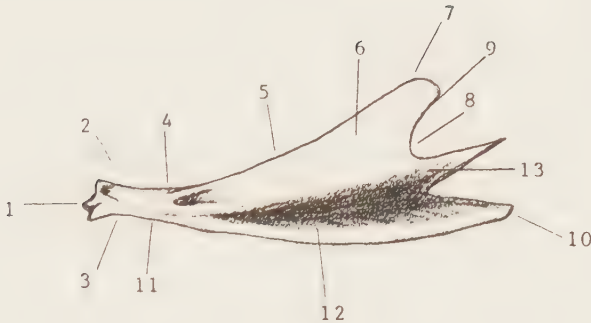
Das Basihyale = Glossohyale der Orfe ist ein medianer, langer und schlanker Knochenstab, der sich rostral und caudal leicht verdickt und wie abgeschnitten endet. Er setzt zwischen den Hypohyalia an, so die beiden Teile des Hyoidbogens zusammenhaltend, und zeigt mit seinem freien Ende nach rostral.

Das Urohyale der Orfe (s. Abb. 38) liegt caudo-ventral des Basihyale zwischen den beiden Rami des Unterkiefers. Es besteht aus einem rostral liegenden Gelenkabschnitt, an den sich nach caudal drei Flügel anschließen. Diese stehen annähernd im rechten Winkel zueinander; die Lamina verticalis dorsalis steigt langsam nach caudo-dorsal an, fällt dann schroff ab und bildet am hinteren Rand eine Incisura posterior.

Zwischen der Lamina lateralis dextra und sinistra liegt ventral eine flache, langgezogene und v- förmige Grube. Der rostral liegende Gelenkabschnitt bildet ein Capitulum aus, über welches das Urohyale mit den davorliegenden Hypohyalia in Verbindung steht. Dieses ist durch ein Collum sowie eine Incisura colli von den nach caudal folgenden Flügeln abgesetzt.

Abb. 38: Os urohyale

Ansicht von ventro-lateral

Zur Abb. 38:

1. Capitulum, 2. Collum, 3. Incisura colli, 4. Sulcus dorsalis, 5. Margo dorsalis, 6. Lamina verticalis dorsalis, 7. Angulus superior, 8. Incisura posterior, 9. Margo posterior, 10. Angulus inferior, 11. Angulus anterior, 12. Lamina lateralis dextra, 13. Lamina lateralis sinistra.

Die Branchiostegalia unterstützen die Branchiostegalmembran, wobei ihre Zahl, Form und Befestigung bei den verschiedenen systematischen Gruppen unterschiedlich ist. Die Branchiostegalia der Orfe sind langgezogene, dünne und flache Knochenspannen. Ihre Anzahl variiert zwischen 3 und 4 auf jeder Seite; sie setzen an Epi- und Keratohyale an und ziehen nach caudal. Hier kommen sie unterhalb der Opercularia zu liegen und schließen das Branchiocranium nach ventro-lateral hin ab.

Unter dem Begriff Opercula wird der Kiemendeckel verstanden, der sich aus Operculare, Sub-, Inter- und Praeoperculare zusammensetzt. Die Lagebeziehung der Knochen zueinander ist aus der Abb. 3, S. 11 ersichtlich.

Die Opercularia bilden mit den Branchiostegalia eine funktionelle Einheit.

Aufgabe des Kiemendeckels ist es, die Kiemen zu schützen.

Das Operculare der Orfe (s. Abb. 39) ist der größte Knochen der Opercularserie.

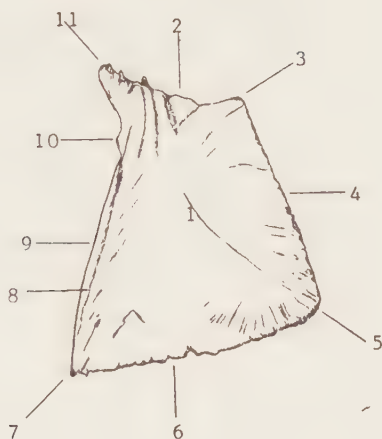
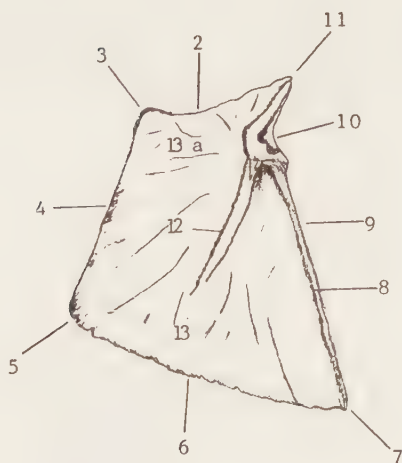
Er ist viereckig, plattenartig und trägt dorso-medial am vorderen Rand eine ausgeprägte Gelenkpfanne zur Artikulation mit dem Kopf des Hyomandibulare. Diese Fovea articularis wirkt als Drehpunkt für die Erweiterung des Kiemendeckels. Von hier aus ziehen zwei Rippen über die mediale Seite des Knochens: Die Costa anterior interna entspringt distal der Gelenkgrube und läuft entlang der vorderen Kante des Knochens bis zum vorderen ventralen Winkel.

Die Costa (= Spina) posterior zieht vom rostro-dorsalen Winkel des Operculare, dem Angulus oder Processus supraarticularis, caudal der Gelenkgrube entlang nach unten und verliert sich auf der Platte in unterschiedlicher Höhe. Sie teilt auf diese Weise von der Facies medialis eine Pars supraspinata ab.

Unterhalb der Gelenkpfanne liegt in dem von den beiden Rippen gebildeten Winkel eine Fossa mit einem Foramen bis mehreren Foramina.

Der vordere Rand des Operculare wird vom Praeoperculare überlagert, bis auf den Processus supraarticularis, der frei bleibt. Der untere Rand überlappt das Suboperculare, der hintere und der obere Rand liegen frei.

Abb. 39: Os operculare sin.

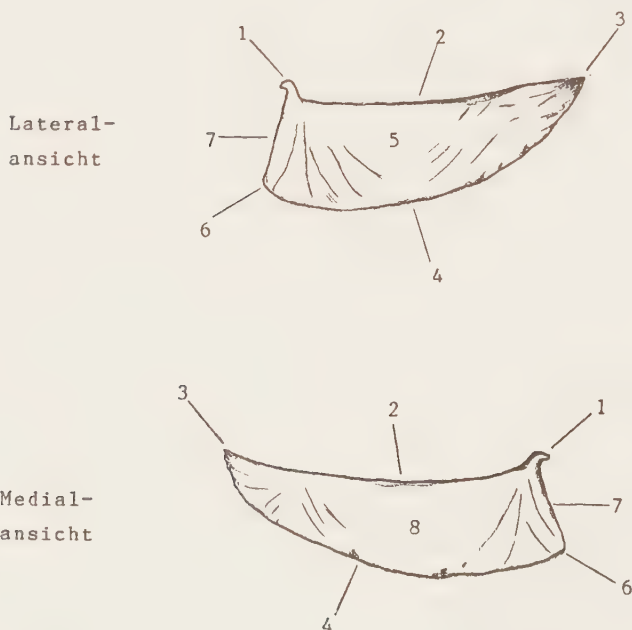
Lateral-
ansichtMedial-
ansichtZur Abb. 39:

1. Facies externa, 2. Margo superior, 3. Angulus superior,
4. Margo posterior, 5. Angulus posterior, 6. Margo inferior,
7. Angulus inferior, 8. Costa anterior interna, 9. Margo anterior,
10. Fovea articularis, 11. Processus seu Angulus supraarticularis,
12. Spina posterior, 13. Facies interna,
- 13.a. Facies interna pars supraspinata.

Das Suboperculare der Orfe (s. Abb. 40) ist ein sichelblattförmiger Knochen, dessen Spitze nach caudo-dorsal weist. Der dorsale Rand ist leicht nach innen eingezogen, der ventrale Rand dagegen nach außen gerundet. Rostral am Knochen liegt ein kleiner, dorsaler Fortsatz, der Processus uncinatus.

Das Suboperculare liegt ventral des Operculare, wobei sein oberer Rand von letzterem überlagert wird. Mit seinem vorderen Rand unterliegt das Suboperculare dem Interoperculare. Der untere Rand des Knochens liegt frei.

Abb. 40: Os suboperculare sin.



Zur Abb. 40:

1. Processus uncinatus, 2. Margo superior (= Margo opercularis), 3. Angulus posterior, 4. Margo inferior, 5. Facies externa, 6. Angulus anterior, 7. Margo anterior (= Margo interopercularis), 8. Facies interna.

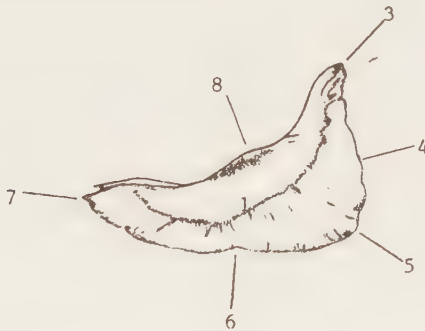
Das Interoperculare der Orfe (s. Abb. 41) ist ein dünner, blattartiger Knochen mit drei Winkeln: Einem Angulus s. Processus superior, einem Angulus inferior sowie einem Angulus anterior. Die obere Hälfte der Facies externa ist vom Praeoperculare bedeckt. Der untere Rand ist leicht konkav und überlagert die Branchiostegalia.

Mit der caudo-medial gelegenen Facies articularis subopercularis, die sich bis zum Margo posterior zieht, überlagert das Interoperculare das Suboperculare.

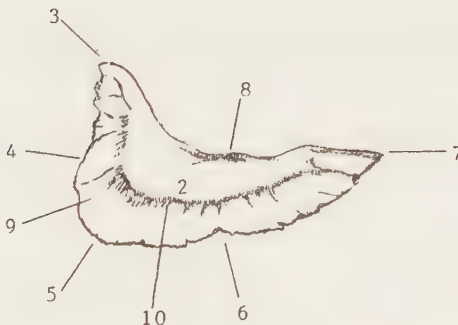
Auf der Facies medialis befindet sich außerdem eine von rostral nach caudal ziehende Costa interna.

Abb. 41: Os interoperculare sin.

Lateral-
ansicht



Medial-
ansicht



Zur Abb. 41:

1. Facies externa, 2. Facies interna, 3. Angulus s. Processus superior, 4. Margo posterior, 5. Angulus inferior, 6. Margo inferior, 7. Angulus anterior, 8. Margo superior, 9. Facies articularis subopercularis, 10. Costa interna.

Das Praeoperculare der Orfe (s. Abb. 42) ist ein dünner, L-förmiger Knochen, bestehend aus einem horizontalen und einem vertikalen Ast. Der horizontale Ast macht dabei ca. $\frac{1}{3}$ der Gesamtlänge des Knochens aus.

Der Knochen umschließt auf seiner ganzen Länge in einem Rohr den *Canalis lineae lateralis* zur Aufnahme eines Teiles des Seitenlinienorgans. Dieses Knochenrohr ist in der Regel durch 11 Poren durchbrochen (meist 6 Poren entlang des horizontalen Astes und 5 entlang des vertikalen).

Man unterscheidet am Praeoperculare einen *Angulus superior* und einen *Angulus anterior* sowie eine *Lamina externa* und *interna*. Letztere trägt eine *Crista hyomandibularis* (mit einer Pore) und eine *Crista quadrati* (mit zwei Poren). Das Praeoperculare überlagert mit seinem *Margo hyomandibularis* den latero-caudalen Rand des *Hyomandibulare*; mit dem *Margo quadrati* liegt es lateral und basal des *Quadratum*, weiter caudal dagegen über dem *Symplecticum*.

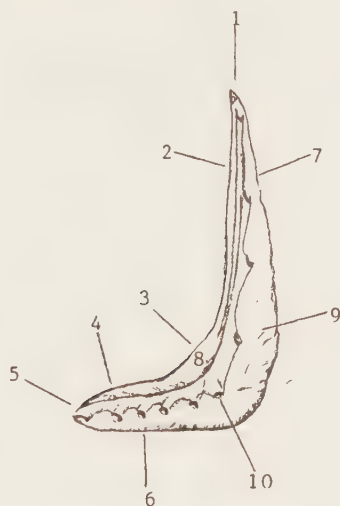
Mit seinem *Margo interopercularis* überlagert es die obere laterale Fläche des *Interoperculare* und mit dem *Margo opercularis* die vordere Kante des *Operculare*.

Zur Abb. 42:

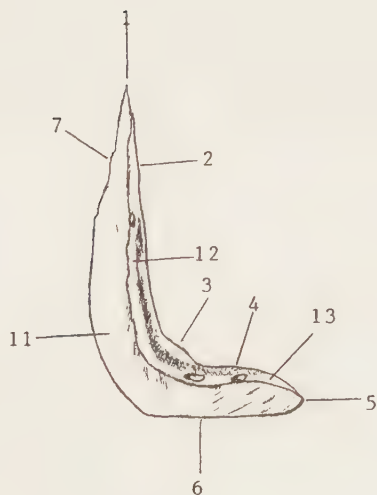
1. *Angulus superior*, 2. *Margo hyomandibularis*, 3. *Processus* s. *Limbus anterior*, 4. *Margo quadrati*, 5. *Angulus anterior*, 6. *Margo interopercularis*, 7. *Margo opercularis*, 8. *Lamina externa*, 9. *Limbus posterior*, 10. *Orificium* (*Porus*) *canalis lineae lateralis*, 11. *Lamina interna*, 12. *Crista hyomandibularis*, 13. *Crista quadrati*.

Abb. 42: Os praeoperculare sin.

Lateral-
ansicht



Medial-
ansicht



3. Die Knochen des 3.-7. Kiemenbogens

Bei der Orfe sind insgesamt vier definitive Kiemenbögen ausgebildet. Der 5. Bogen besteht nur aus dem mächtigen Keratobranchiale, das zu den Schlundknochen, den *Ossa pharyngea inferiora*, umgestaltet ist (vgl. Abb. 6, S. 16).

Die einzelnen Knochen der Kiemenbögen der Orfe ähneln sich in ihrer Gestalt. Es sind rinnenartig gewölbte, leicht gebogene Knochenspannen, die dorsal und ventral abrupt mit einem geraden Rand enden. Mit diesen Enden gehen sie die Verbindung mit den folgenden Knochen des gleichen Bogens ein.

Mit den dorsalen Pharyngobranchialia sind die Kiemenbögen an der Gaumenwand befestigt.

Die Pharyngobranchialia des 2.-4. Bogens bilden die *Ossa pharyngea superiora*, welche hier, wie bei den anderen karpfenartigen Fischen, nicht zahntragend sind. Stellvertretend für die oberen Schlundzähne tritt auch bei der Orfe die sogenannte Kauplatte auf (s. S. 28).

Die nach ventral folgenden Epibranchialia sind, wie auch die Kerato- und Hypobranchialia, vorn mit Reusenfortsätzen und hinten mit Kiemenblättern besetzt.

Die Basibranchialia verbinden als unpaare, median gelegene Knochen die vier Kiemenbögen ventral miteinander.

4. Die Schlundknochen und -zähne

Die Ossa pharyngea inferiora der Orfe (s. Abb. 43) sind sehr kompakte, sichelförmig gebogene Knochen, die an ihren vorderen Enden beweglich miteinander verbunden sind. Sie stellen so, von vorn betrachtet, einen herz- oder v-förmigen Apparat dar.

Jeder Schlundknochen besteht aus einem wallartig verdickten, zahntragenden Mittelteil, der in zwei schlanke, gebogene Fortsätze ausläuft. Dieses sind der Processus dorsalis, der nach dorso-medial zeigt, und der Processus anterior, welcher nach rostro-medial zieht, um mit seinem Partner der Gegenseite eine Symphyse zu bilden.

Auf Höhe der wallartigen Verdickung läuft der Knochen in eine flügelartige Verbreiterung aus, die dorsal am Angulus superior beginnt und, nach ventral ziehend, mit einer ausgeprägten Ecke endet. Sie dient den kräftigen Kaumuskeln als Ansatzfläche.

Auf der lateralen Seite erkennt man unter diesem Flügel mehrere, zur Mitte des Knochens hinziehende Gruben, meist 2-4 große und 2-6 kleine, die Foveolae laterales.

Medial, am Fuße der wallartigen Verdickung, unterhalb der Zahnbasis sichtbar, liegen die Pori basales (meist 4-5).

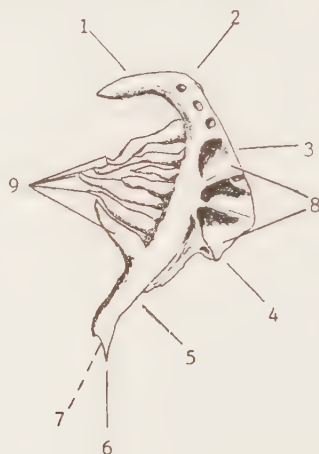
Die Schlundknochen der Orfe tragen medial zwei Zahnreihen: Eine laterale (äußere) Hauptreihe mit 5 großen, kräftigen Zähnen und eine mediale (innere) Nebenreihe mit drei kleineren Zähnen.

An den Zähnen kann man deutlich Krone, Hals und Anfang der Zahnbasis erkennen; sie sind lang und kräftig mit leicht gebogener Kronenspitze.

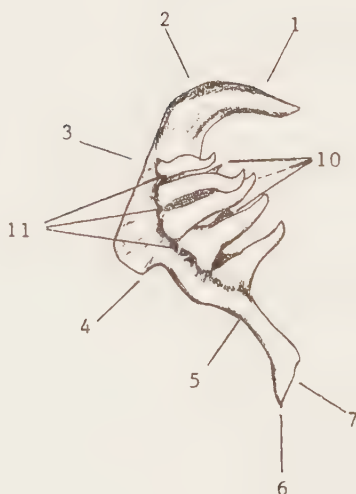
Die Zähne sind nach medial gerichtet und stehen so eng beieinander, daß sie nur sehr schmale Zwischenräume lassen; sowohl zwischen den Zähnen der gleichen Seite, als auch in der Mitte, wo sich die Kronenspitzen mit denen der Gegenseite fast treffen.

Abb. 43: Os pharyngeum inferius sin.

Ansicht von
rostro-medial



Ansicht von
caudo-medial



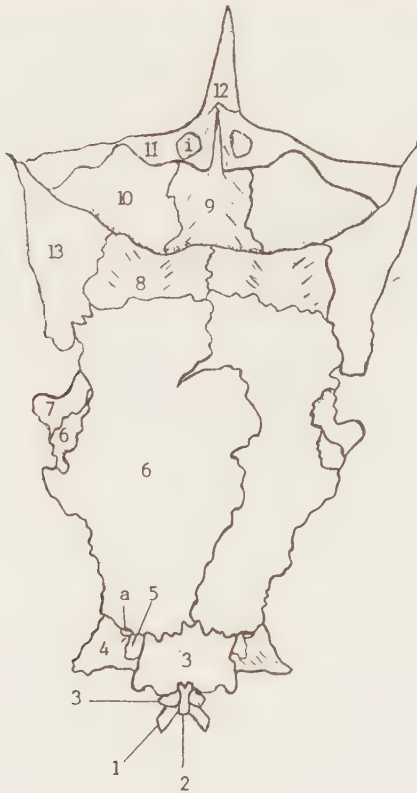
Zur Abb. 43:

1. Processus dorsalis, 2. Angulus superior, 3. Margo posterior, 4. Angulus inferior, 5. Processus anterior, 6. Angulus anterior, 7. Facies symphysica, 8. Foveolae laterales, 9. Dentes externi, 10. Dentes interni, 11. Pori basales.

B. Die Knochen des Neurocranium

1. Die Form und die Lage der Knochen aus verschiedenen Perspektiven

Abb. 44: Ansicht des Neurocranium der Orfe von dorso-frontal



Zur Abb. 44:

- | | | |
|------------------------|--------------------|-----------------|
| 1. Vomer | 7. Sphenoticum | 13. Pteroticum |
| 2. Kinethmoid | 8. Parietale | a. Foramen Ni. |
| 3. Mesethmoid | 9. Supraoccipitale | olfactorii |
| 4. Ethmoidale laterale | 10. Epioticum | i. Exoccipital- |
| 5. Nasale | 11. Exoccipitale | fenster |
| 6. Frontale | 12. Basioccipitale | |

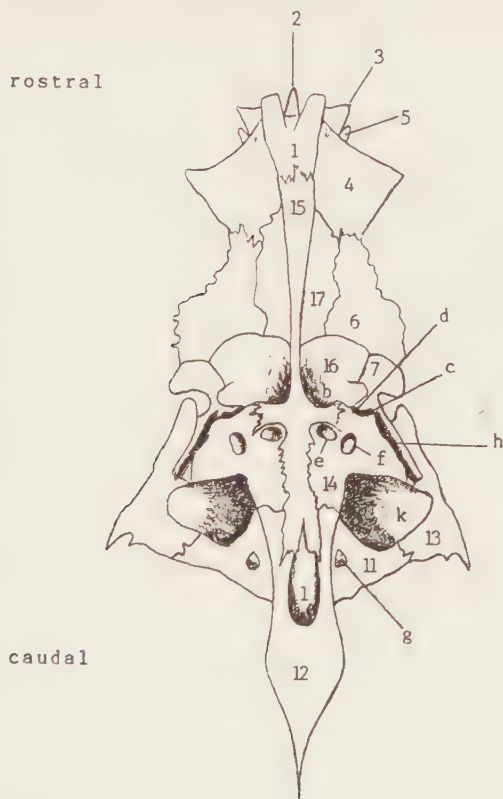
Abb. 45: Ansicht des Neurocranium der Orfe von lateral



Zur Abb. 45:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Vomer | 15. Parasphenoid |
| 2. Kinethmoid | 16. Alisphenoid |
| 3. Mesethmoid | 17. Orbitosphenoid |
| 4. Ethmoidale laterale | a. Foramen Ni. olfactorii |
| 5. Nasale | b. Foramen Ni. optici |
| 6. Frontale | c. Foramen Ni. oculomotorii |
| 7. Sphenoticum | d. Foramen Ni. trochlearis |
| 8. Parietale | e. Foramen Nn. trigemini et
facialis |
| 9. Supraoccipitale | f. Foramen Ni. abducentis |
| 10. Epioticum | g. Foramen Ni. vagi |
| 11. Exoccipitale | h. Foramen Ni. hypoglossi |
| 12. Basioccipitale | i. Exoccipitalfenster |
| 13. Pteroticum | |
| 14. Prooticum | |

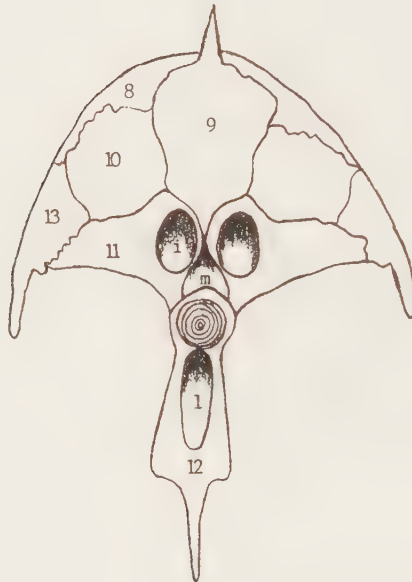
Abb. 46: Ansicht des Neurocranium der Orfe von ventral



Zur Abb. 46:

- | | |
|------------------------|--------------------------------------|
| 1. Vomer | 17. Orbitosphenoid |
| 2. Kinethmoid | b. Foramen Ni. optici |
| 3. Mesethmoid | c. Foramen Ni. oculomotorii |
| 4. Ethmoidale laterale | d. Foramen Ni. trochlearis |
| 5. Nasale | e. Foramen Nn. trigemini et facialis |
| 6. Frontale | f. Foramen Ni. abducentis |
| 7. Sphenoticum | g. Foramen Ni. vagi |
| 11. Exoccipitale | h. Foramen Ni. hypoglossi |
| 12. Basioccipitale | k. Gehörgrube |
| 13. Pteroticum | l. Foramen aortae |
| 14. Prooticum | ossis basioccipitalis |
| 15. Parasphenoid | |
| 16. Alisphenoid | |

Abb. 47: Ansicht des Neurocranium der Orfe von caudal



Zur Abb. 47:

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| 8. Parietale | 13. Pteroticum |
| 9. Supraoccipitale | i. Exoccipitalfenster |
| 10. Epioticum | l. Foramen aortae ossis |
| 11. Exoccipitale | basioccipitalis |
| 12. Basioccipitale | m. Foramen magnum |

2. Die Knochen der Nasenregion

Das Ethmoidale laterale (s. Abb. 44, 45 u. 46: 4) wird auch als Ect- oder Exethmoid sowie als Parethmoid bezeichnet.

Bei der Orfe ist es ein sehr unruhig geformter, schwammartiger Knochen, der einen relativ glatten, seitlichen Flügel trägt. Dieser Flügel ist nach caudo-ventral gerichtet und schließt den Circumorbitalring an seiner rostral offenen Stelle ab.

Dorsal am Flügel liegt das Foramen Ni. olfactorii als Durchtrittsstelle für den 1. Gehirnnerven (s. Abb. 44 u. 45: a).

Dorso-rostral des Ethmoidale laterale liegt das Nasale, medial das Mesethmoid, dorsal schließt sich das Frontale an und ventral der Vomer.

Das Mesethmoid (s. Abb. 44, 45 u. 46: 3) wird auch als Dermethmoid bezeichnet. Es liegt als medianer, unpaarer Knochen zwischen dem Ethmoidale laterale, Vomer und Frontale. Zusammen mit dem Ethmoidale laterale trennt es die Nasenhöhle von der Hirnhöhle und beherbergt das Geruchsorgan.

Von vorn betrachtet ist das Mesethmoid ein fast rechteckiger, schildförmiger Knochen mit zwei nach latero-ventral gerichteten Fortsätzen. Diese nehmen vom ventralen Rand ihren Ursprung und treffen sich auf der Rückseite des Knochens, indem sie im spitzen Winkel aufeinander zulaufen.

Mit diesen Fortsätzen liegt das Mesethmoid dem Vomer auf.

Am ventralen Rand des Knochens sind drei Einziehungen zu erkennen; zwei seitliche, welche die knöcherne Grundlage der Nasenlöcher bilden sowie eine mediane. Sie stellt die Verbindungsstelle zum Kinethmoid dar. Die Rückseite des Mesethmoids ist stark gezackt.

Das Kinethmoid der Orfe (s. Abb. 44, 45 u. 46: 2) ist ein sehr kleiner, stabförmiger und leicht nach dorsal gebogener Knochen.

Er setzt am ventralen Rand des Mesethmoids an und zeigt mit seinem andeutungsweise geteilten, vorderen Ende frei nach rostral.

Das Kinethmoid spielt eine Rolle beim Kiefermechanismus (s. S. 17 ff.).

Das Nasale (s. Abb. 44, 45 u. 46: 5) ist bei der Orfe, wie auch bei anderen Cypriniden, ein rudimentärer Knochen.

Es liegt als kleines, dünnes und längliches Gebilde dorso-lateral zwischen Mesethmoid und Ethmoidale laterale und beteiligt sich somit an der dorsalen Begrenzung der Nasenhöhle.

Der Vomer (s. Abb. 44, 45 u. 46: 1) bildet die Basis der Nasenregion. Er ist unpaar.

Bei der Orfe ist es ein Knochen mit zwei ausgeprägten, auseinanderlaufenden Fortsätzen, die nach rostral zeigen. Ihnen liegt das Mesethmoid dorsal auf.

Über sein stark gezacktes, caudales Ende ist der Vomer mit dem Parasphenoid verbunden.

3. Die Knochen der Augenregion

Das Orbitosphenoid (s. Abb. 45 u. 46: 17) ist ein unpaarer, in der Mediane liegender Knochen.

Es besteht aus zwei nach dorsal weisenden Flügeln, die unten in der Mittellinie miteinander verwachsen und sich auf das ventral liegende Parasphenoid stützen.

Nach dorsal hat das Orbitosphenoid Anschluß zum Frontale, nach rostral zum Ethmoidale laterale sowie nach dorso-caudal zum Alisphenoid. Mit den beiden letztgenannten Knochen sowie mit dem Ento- und Metapterygoid bildet es die Augenhöhlenwand.

Nach medial stellt es gleichzeitig einen Teil der seitlichen Begrenzung der Hirnhöhle dar.

Zwischen dem Orbito-, Ali- und Parasphenoid liegt das Foramen für den Durchtritt des N. opticus, des 2. Gehirnnerven (s. Abb. 45 u. 46: b).

Leicht caudal davon, zwischen Parasphenoid, Alisphenoid und Prooticum, befindet sich die Durchtrittsstelle für den 3. Gehirnnerven, den N. oculomotorius (s. Abb. 45 u. 46: c).

Das Alisphenoid (s. Abb. 45 u. 46: 16), auch als Pterosphphenoid bezeichnet, liegt caudo-dorsal des Orbitosphphenoids zwischen dem Frontale (dorsal), Sphenoticum (dorso-lateral) und Prooticum (caudal).

Es ist leicht nach oben gewölbt und bildet einen Bestandteil der Augenhöhlenwand sowie gleichzeitig der Wand der Schädelhöhle.

Ein Foramen für den 4. Gehirnnerven, den N. trochlearis, durchbricht den Knochen in Richtung auf das Foramen opticum hin (s. Abb. 45 u. 46: d).

Das Frontale (s. Abb. 44, 45 u. 46: 6) schließt das Neurocranium als großer, plattenartiger Knochen nach dorsal hin ab, wobei das rechte Frontale bei der Orfe das linke bis weit über die Mediane hinaus überlappt.

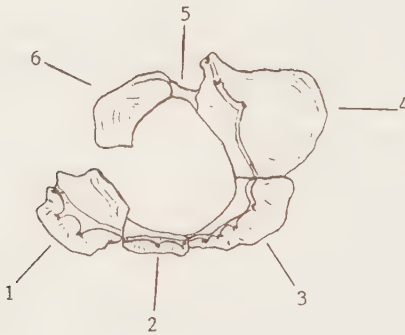
Der dorsale, ventrale und mediale Rand des Frontale sind leicht wellig bis gezackt; der laterale Rand dagegen ist unregelmäßig tief eingeschnitten, die Form variiert stark. Rostral grenzt das Frontale an das Mesethmoid und Ethmoidale laterale; rostro-lateral an das Praefrontale und dahinter an das Sphenoticum; caudal liegt das Parietale und caudo-lateral das Pteroticum.

Die Circumorbitalia (s. Abb. 48) stellen eine Reihe von zarten, durchscheinenden Knochenplättchen dar, die die Augenhöhle ringförmig umgeben.

Bei der Orfe sind insgesamt 6 Circumorbitalia ausgebildet. Das rostro-dorsal liegende Praefrontale ist mit dem rostral anschließenden Lacrimale der kräftigste Knochen der Circumorbitalserie. Ventral liegt das schmale Jugale; es folgen

das Infraorbitale und das Dermosphenoticum. Die beiden letztgenannten Knochen nehmen nach caudal hin an Höhe zu; das Dermosphenoticum ist der größte Knochen der Serie und erinnert in seiner Form an eine Fischechuppe. Dorsal wird der Ring durch das kleine Supraorbitale abgeschlossen.

Abb. 48: Die Circumorbitalia



Zur Abb. 48:

1. Lacrimale, 2. Jugale, 3. Infraorbitale, 4. Dermosphenoticum, 5. Supraorbitale, 6. Praefrontale.

4. Die Knochen der Ohrenregion

Bei der Orfe sind als Knochen der Gehörkapsel nur die folgenden vier ausgebildet: Das Sphenoticum, Pter-, Pro- und Epioticum. Sie umschließen gemeinsam die Gehörgrube (s. Abb. 46: k).

Ein Opisthoticum ist nicht vorhanden, im Gegensatz zu anderen Knochenfischen.

Das Sphenoticum (s. Abb. 44, 45 u. 46: 7) liegt latero-ventral des Frontale; es weist einen geraden dorsalen Rand auf. Der caudale und ventrale Rand dagegen bilden einen Halbkreis.

Rostro-lateral erhebt sich ein großer, hakenförmiger Fortsatz, mit welchem das Sphenoticum an eine seitliche Ausziehung des Frontale grenzt.

Das Pteroticum (s. Abb. 44, 45, 46 u. 47: 13) liegt zwischen Sphenoticum und Epioticum.

Es besteht aus einem rostralen, plattenartigen Flügel, der sich lateral ans Frontale anschließt sowie einem nach caudo-lateral weisenden, stabförmigen Fortsatz zur Verbindung mit dem Schultergürtel.

Weiterhin erkennt man medial zwei breite Fortsätze. Diese stehen so zueinander, daß sie zwischen sich eine halbkreisförmige Höhlung bilden: Auf diese Weise formen sie die seitliche Begrenzung der Gehörkapsel.

Mit dem caudalen Fortsatz schließt das Pteroticum an das Epioticum und das Exoccipitale an.

Das Prooticum (s. Abb. 45 u. 46: 14) bildet mit seinem caudalen Teil die rostro-mediale Begrenzung der Gehörkapsel.

Es liegt zwischen Parasphenoid ventral, Sphenoticum und Pteroticum dorsal, Alisphenoid rostral und Exoccipitale sowie Basioccipitale caudal.

Das Prooticum beteiligt sich an der seitlichen Begrenzung der Schädelhöhle und ist von einem Foramen durchbrochen, welches die Durchtrittsstelle für den 5. u. 7. Gehirnnerven, den N. trigeminus und N. facialis, darstellt (s. Abb. 45 u. 46 e).

Mit dem Parasphenoid formt es ventral dieser Öffnung noch ein zweites, etwa gleich großes Loch: Das Foramen für den N. abducens (s. Abb. 45 u. 56: f), für den Durchtritt des 6. Gehirnnerven.

Zwischen Sphenoticum, Pro- und Pteroticum liegt eine lange, schmale Gelenkfläche für das Hyomandibulare, die Fossa hyomandibularis (s. Abb. 46: n).

Das Epioticum (s. Abb. 44, 45 u. 47: 10) stellt das kegelförmige Dach der Gehörkapsel dar; es liegt dorsal zwischen Parietale, Pteroticum und Exoccipitale.

Auf seiner dorsalen Fläche befindet sich ein Knochenkamm zum Ansatz für die Nackenmuskulatur. Dieser läuft in einen lateralen Fortsatz aus, der sich von medial dem Pteroticum anlegt.

Das Parietale (s. Abb. 44, 45 u. 47: 8) ist ebenfalls ein Bestandteil des Schädeldaches.

Es liegt dorsal zwischen Frontale, Supraoccipitale und Epioticum; seitlich wird es vom Pteroticum begrenzt.

Durch eine leistenartige Erhabenheit, die Linea nuchae, wird das Parietale in eine vordere und eine hintere Abteilung zerlegt. Dieser stark ausgeprägte Knochenkamm dient als Ansatzstelle für die Rückenmuskulatur.

Die Parietalia beider Seiten treffen sich in der Mitte und sind durch eine Naht miteinander verbunden.

Die Occipitalia umgeben das Hinterhauptsloch, Foramen magnum, und bestehen aus dem dorsalen, unpaaren Supraoccipitale, den seitlichen Exoccipitalia und dem basalen, unpaaren Basioccipitale. Letzteres gehört dabei der Einteilung nach zur Hinterhauptsregion.

Das Supraoccipitale (s. Abb. 44, 45 u. 47: 9) liegt als medianer Knochen zwischen den rostralen Parietalia und den caudalen Exoccipitalia.

Es bildet den dorsalen Abschluß der Schädelhöhle und trägt einen hohen, längsverlaufenden und nach caudo-dorsal geneigten Kamm zum Ansatz für die Rückenmuskeln des Rumpfes.

Das Exoccipitale (s. Abb. 44, 45, 46 u. 47: 11) schließt die Schädelhöhle nach caudal hin ab. Es liegt zwischen

Supraoccipitale und Epioticum dorsal, Pteroticum lateral und Basioccipitale ventral.

Die Exoccipitalia beider Seiten lassen zwischen sich in der Mitte eine dreieckige Öffnung frei, das Hinterhauptslöcher oder Foramen magnum (s. Abb. 47: m).

Jederseits davon befindet sich zusätzlich noch ein großes, längsovalen Foramen, wie es für die Karpfenartigen typisch ist, das sogenannte Occipitalfenster (s. Abb. 44, 45 u. 47: i). Es verbindet die Schädelhöhle mit den angrenzenden Lymphbezirken (s.a. unter Weber'schem Apparat, S.33).

Lateral liegt das Foramen Ni. vagi (s. Abb. 45 u. 46: g) als Durchtrittsstelle für den 10. Gehirnnerven sowie caudal davon das sehr kleine Foramen Ni. hypoglossi (s. Abb. 45: h) für den 12. Gehirnnerven.

Die Exoccipitalia besitzen caudal je einen Fortsatz zur Bildung einer Symphyse mit dem Basioccipitale. Eine Verbindung des Exoccipitale mit dem 1. Wirbel, wie Gregory (1933) sie bei anderen Fischarten, z.B. bei *Perca fluviatilis*, beschreibt, findet sich bei der Orfe als karpfenartigem Fisch nicht.

5. Die Knochen der Schädelbasis und der Hinterhauptregion

Das Parasphenoid (s. Abb. 45 u. 46: 15 sowie Abb. 49), auch als Schädelkiel bezeichnet, stellt den Basisknochen des Neurocranium dar.

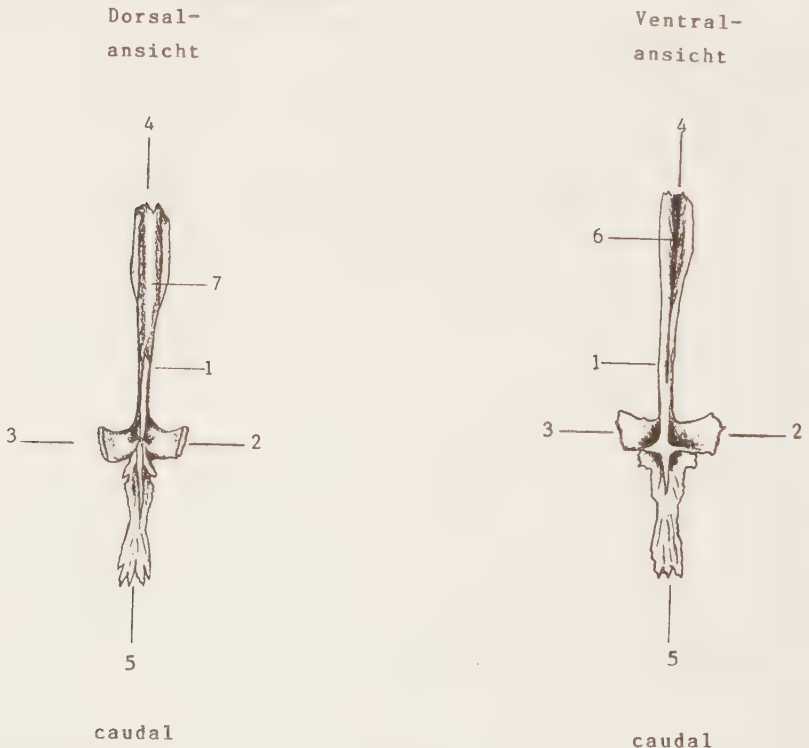
Es ist ein medianer, unpaarer Knochen, der sich vom Vomer bis zum Basioccipitale erstreckt. Durch seine Lage bildet er zum wesentlichen Teil das Dach der Maul- und Kiemenhöhle.

Die rostrale und caudale Kontaktfläche sind stark gezackt. Sie greifen fest zwischen die entsprechend geformten Abschnitte des Vomer und des Basioccipitale ein.

Am vorderen, stabförmigen Ende des Parasphenoids liegt ventral eine Furche, in die sich das Entopterygoid von unten her einfügt. Diese Furche prägt sich dorsal als Crista aus, der das Orbitosphenoid aufsitzt.

Der Seitenarm sowie der hintere, zum Basioccipitale weisende Schenkel sind mit dem dorso-lateral angrenzenden Prooticum so verbunden, daß zwischen beiden Knochen ein Foramen gebildet wird, das dem N. abducens den Durchtritt gestattet (s. Abb. 45 u. 46: c).

Abb. 49: Os parasphenoideum



Zur Abb. 49:

1. Corpus, 2. Crus dextrum, 3. Crus sinistrum, 4. Facies articularis vomeris, 4. Facies articularis basioccipitalis, 6. Fossa articularis entopterygoidalis, 7. Crista orbitosphenoidalis.

Das Basioccipitale der Orfe (s. Abb. 45, 46 u. 47: 12 und Abb. 50) ist ein großer Knochen, der aus zwei Anteilen besteht: Rostro-dorsal liegt der eigentliche Basioccipitalteil mit rostralen Fortsätzen zur Verbindung mit dem Prooticum. Rostro-ventral von diesen ragen zwei spitze Knochenstäbe zur Verbindung mit dem Parasphenoid hervor. Dorso-lateral liegen zwei weitere Flächen für die Exoccipitalia; weiter caudal erhebt sich der Processus articularis vertebralis mit seiner konkaven Facies articularis. Über ihn wird die Verbindung des Schädels zur Wirbelsäule hergestellt.

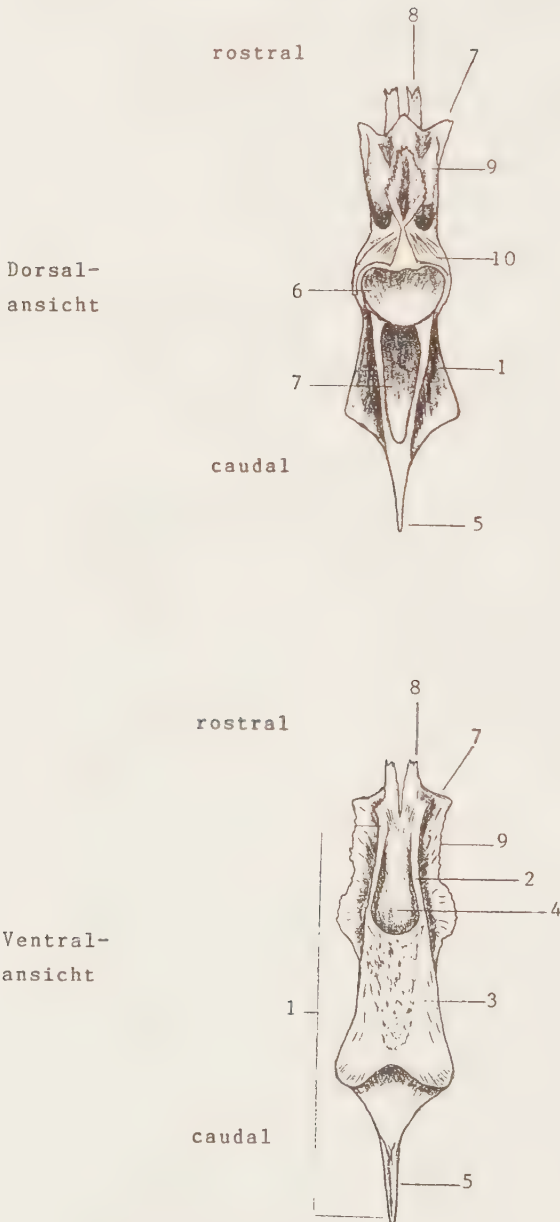
Ventral an den eigentlichen Basioccipitalteil schließt sich der für die Cypriniden typische Schlundfortsatz, der Processus pharyngealis, an. Er hat die Form einer Zeichenfeder und wird von zwei Schenkeln gebildet, die den Anfangsteil der Aorta descendens umfassen und sich danach zu einer Platte vereinigen. Diese Lamina ist leicht muldenförmig nach dorsal gewölbt; ihr liegt die sogenannte Kauplatte fest von ventral her an. Ihr caudales Ende läuft in einen spitzen Processus muscularis aus, der den Muskeln der Schlundknochen als Ansatz dient.

Der Kanal für die Aorta zieht von rostro-ventral nach caudo-dorsal. Er öffnet sich in einem langgezogenen, ovalen Foramen, welches caudal der Facies articularis vertebralis liegt.

Zur Abb. 50:

1. Processus pharyngealis, 2. Crus dextrum et sinistrum,
3. Lamina, 4. Foramen aortae, 5. Processus muscularis,
6. Facies articularis vertebralis, 7. Processus articularis prooticus, 8. Processus articularis parasphenoideus,
9. Facies articularis exoccipitalis, 10. Processus articularis vertebralis.

Abb. 50: Os basioccipitale



C. Die Otolithen

Der Astericus (s. Abb. 51) trägt auch bei der Orfe seinen Namen zu Recht, da er ein sternförmiges Oberflächenrelief aufweist.

Er ist der größte der drei Otolithen, annähernd rautenförmig und kompakt.

Seine eine Seite ist leicht konvex gewölbt und glatt, die gegenüberliegende dagegen von tiefen Furchen durchzogen, die sternförmig von der Mitte des Steines auseinanderlaufen.

Diese Furchen ziehen bis zu den äußeren Rändern des Steines, so daß letztere wellenförmig oder leicht gezackt sind.

Der eine Winkel des Steines ist zur oberflächenstrukturierten Seite hin hochgezogen und breit eingekerbt.

Abb. 51: Der Astericus



Die Sagitta der Orfe (s. Abb. 52) ist ein kleinerer, eher länglicher Stein, auf dessen Oberfläche ein Sulcus zu erkennen ist. Dieser wird durch eine hervorragende Querleiste, das sogenannte Collum, in einen vorderen (= Ostium) und einen hinteren (= Cauda) Abschnitt unterteilt.

Nach vorn hin ist der Stein fortsatzähnlich ausgezogen; hinten wird er durch eine tiefe Kerbe zweigeteilt.

Abb. 52: Die Sagitta



Der Lapillus der Orfe ist ein kleiner, unscheinbarer und längsovaler Stein, der keine besonderen Oberflächenstrukturen aufweist.

D. Die Wirbelsäule mit Weber'schem Apparat und Rippen

1. Die Wirbelsäule

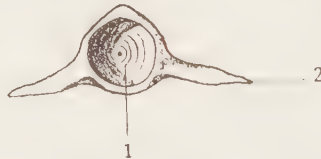
Die Wirbelsäule der Orfe setzt sich aus 46-47 Wirbeln zusammen; davon sind die ersten vier Weber'sche Wirbel; es folgen 21 praecaudale und 21-22 caudale Wirbel.

Die Halswirbel sind vom Bau her die einfachsten, läßt man den mit ihnen eng verbundenen Weber'schen Apparat zunächst einmal aus der Betrachtung heraus.

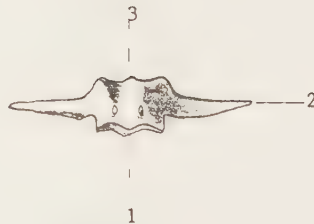
Der 1. Wirbel (s. Abb. 53) ist niedrig und trägt jederseits einen nach ventro-lateral gerichteten, langen Querfortsatz.

Abb. 53: Der 1. Halswirbel

Cranial-
ansicht



Dorsal-
ansicht



Zur Abb. 53:

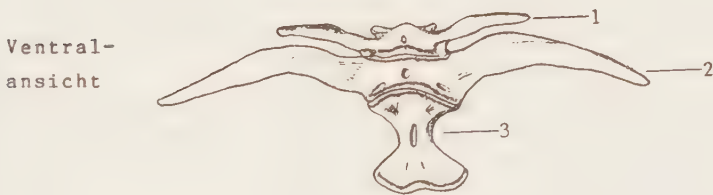
1. Facies articularis anterior (= Facies terminalis cranialis),
2. Processus transversus, 3. Facies articularis posterior (= Facies terminalis caudalis).

Der 2. und 4. Halswirbel tragen ebenfalls Querfortsätze; diese sind jedoch wesentlich länger und zeigen beim 2. Wirbel flügelartig nach lateral (s. Abb. 54), beim 4. Wirbel sind sie dagegen rippenähnlich nach ventral gebogen (s. Abb. 59 u. 64).

Aufgabe dieser ausgeprägten Fortsätze ist es, zum einen als Anheftungsstelle für Sehnen und Muskeln zu dienen, zum anderen den Weber'schen Apparat vor Seitendruck zu schützen.

Der 3. Halswirbel trägt keine lateralen Fortsätze; dafür treten bei ihm erstmals kleine, dorsale Gelenkfortsätze auf, die Postzygapophysen.

Abb. 54: Der 1., 2. und 3. Wirbel



Zur Abb. 54:

1. Processus transversus des 1. Wirbels, 2. Processus transversus des 2. Wirbels, 3. dritter Wirbel.

Die Dornfortsätze der ersten beiden Wirbel sind zu Teilen des Weber'schen Apparates umgebildet (s. Abb. 59, S. 99): Das Claustrum entspricht dem Neuralfortsatz, das Scaphium dem Neuralbogen des 1. Wirbels. Das Intercalare entwickelt sich aus dem Neuralbogen des 2. Wirbels.

Die Neuralfortsätze des 3. Wirbels sind stark verbreitert; sie liegen plattenartig zu beiden Seiten des Rückenmarkskanals und schließen sich dorsal zu einem Processus spinosus zusammen. Dieser weist, wie auch der des 4. Wirbels, nach cranial (s. Abb. 59; S. 99).

Die praecaudalen oder Truncalwirbel der Orfe (s. Abb. 55) weisen ausgeprägte Neuralfortsätze auf, die sich direkt hinter den Praezygapophysen erheben und schräg nach caudo-dorsal ziehen. Sie vereinigen sich auf ca. 1/3 ihrer Länge zum Processus spinosus dorsalis und bilden so zwischen sich den Rückenmarkskanal.

Die Gelenkfortsätze entspringen direkt am vorderen bzw. hinteren oberen Rand des Wirbelkörpers. Die Praezygapophysen sind dabei deutlich länger als die Postzygapophysen. Dies hat zur Folge, daß sie nicht nur mit den Gelenkfortsätzen des vorangehenden Wirbels artikulieren, sondern sich mit ihrer Spitze von caudal her auch deren Dornfortsätzen anlegen.

Die Parapophysen liegen seitlich am Wirbelkörper; sie sind bei der Orfe jedoch nicht mit den Wirbeln verwachsen. Ihre lange und schmale Gelenkfläche zur Artikulation mit den Rippenköpfen zieht schräg von caudo-dorsal nach cranio-ventral.

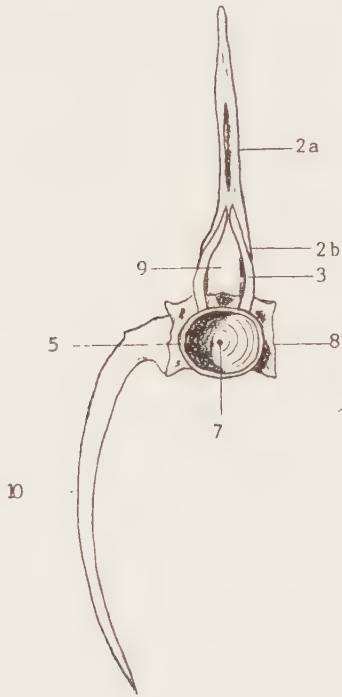
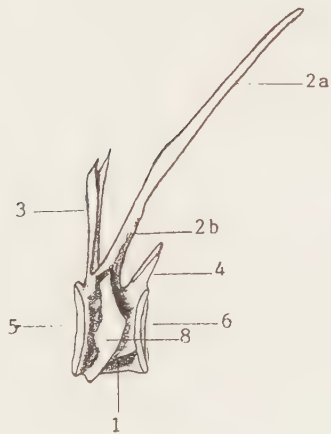
Der letzte praecaudale Wirbel weist bei der Orfe bereits Haemalfortsätze auf, die jedoch weit auseinanderstehen, ohne sich ventral zu vereinigen.

Die Facies terminalis cranialis und caudalis ist trichterförmig nach innen gewölbt; der Wirbelkörper wird von einem feinen Canalis centralis durchzogen.

Zur Abb. 55:

1. Corpus, 2. Arcus neuralis, 2a. Processus spinosus dorsalis, 2b. Neurapophysis, 3. Praezygapophysis superior, 4. Postzygapophysis superior, 5. Facies articularis anterior, 6. Facies articularis posterior, 7. Canalis centralis, 8. Processus transversus = Parapophysis, 9. Canalis neuralis, 10. Costa.

Abb. 55: Praecaudaler oder Truncalwirbel

Cranial-
ansichtLateral-
ansicht

Die caudalen Wirbel oder Schwanzwirbel der Orfe (s. Abb. 56 u. 57) weisen neben den bei den Truncalwirbeln beschriebenen Neuralfortsätzen ebenfalls obere Prae- und Postzygapophysen auf, die hier aber gleich hoch sind, so daß sich ihre Spitzen oben treffen.

Weiterhin treten noch untere Gelenkfortsätze hinzu, die in ihrer Form und Lage den oberen entsprechen.

Die für die Schwanzwirbel charakteristischen Haemalbögen schließen sich ab dem 2. Schwanzwirbel zum Processus spinosus ventralis zusammen. Beim 1. Schwanzwirbel (s. Abb. 56) stehen sie zunächst noch weit auseinander, sind aber bereits durch einen Knochensteg miteinander verbunden. Sie bilden so den Anfang des Haemalkanals.

Die Wirbelkörper sind, wie bei den Truncalwirbeln, vom Canalis centralis durchzogen.

Zur Abb. 56:

1. Corpus, 2. Arcus neuralis, 2a. Processus spinosus dorsalis, 2b. Neurapophysis, 3. Praezygapophysis superior, 4. Postzygapophysis superior, 5. Facies articularis anterior, 6. Facies articularis posterior, 7. Canalis centralis, 8. Canalis neuralis, 9. Canalis haemalis, 10. Postzygapophysis inferior, 11. Arcus haemalis, 11a. Haemapophysis, 11b. Processus spinosus ventralis.

Zur Abb. 57:

1. Corpus, 2. Arcus neuralis, 2a. Processus spinosus dorsalis, 2b. Neurapophysis, 3. Praezygapophysis superior, 4. Postzygapophysis superior, 5. Facies articularis anterior, 6. Facies articularis posterior, 7. Canalis centralis, 8. Canalis neuralis, 9. Canalis haemalis, 10. Praezygapophysis inferior, 11. Postzygapophysis inferior, 12. Arcus haemalis, 12a. Haemapophysis, 12b. Processus spinosus ventralis.

Abb. 56: Erster Caudal- oder Schwanzwirbel

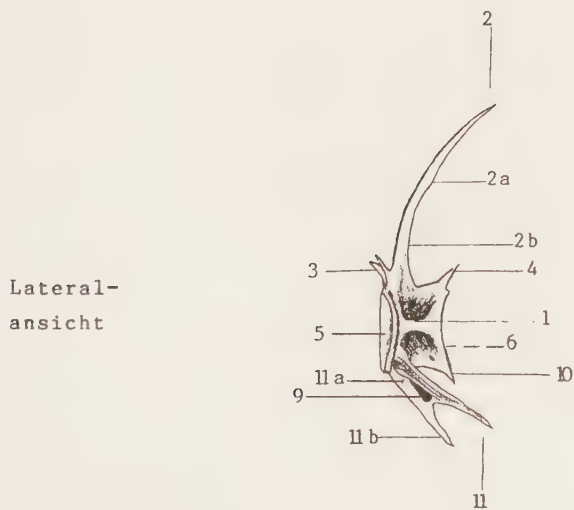
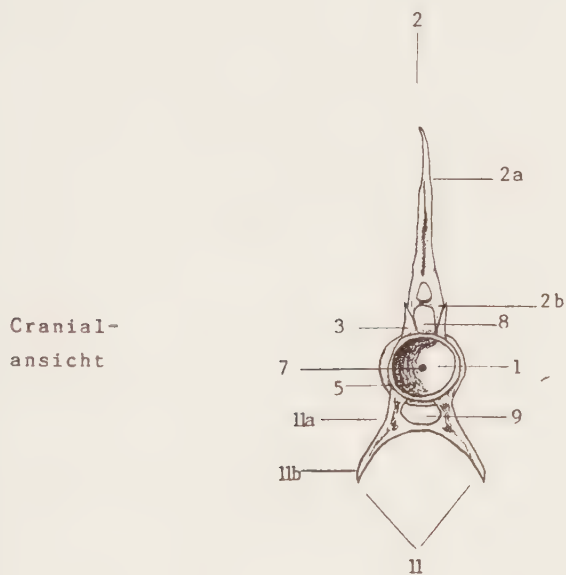
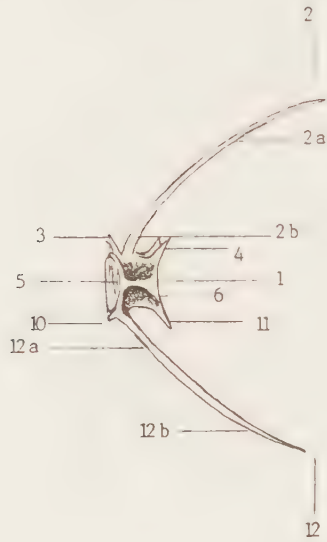
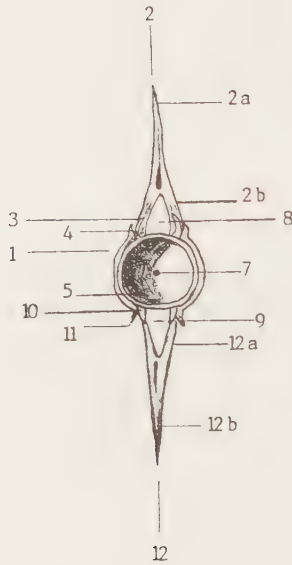


Abb. 57: Caudal- oder Schwanzwirbel

Lateral-
ansicht



Cranial-
ansicht



Durch die unterschiedliche Länge der Processus spinosi verläuft die von ihren Spitzen gebildete obere Linie wellenförmig. Im praecaudalen Bereich nimmt sie bogenförmig ab und steigt im Caudalbereich zunächst wieder an. Von hier aus werden die dorsalen Processus spinosi, wie auch die ventralen, kontinuierlich niedriger. Ihr Neigungswinkel zur Wirbelsäule verkleinert sich im Caudalbereich ebenfalls.

Die dorsalen und ventralen Processus spinosi der beiden letzten Wirbel zeigen schon eine beginnende Verdickung und Abflachung, wie sie für den hinteren Schwanzabschnitt typisch sind.

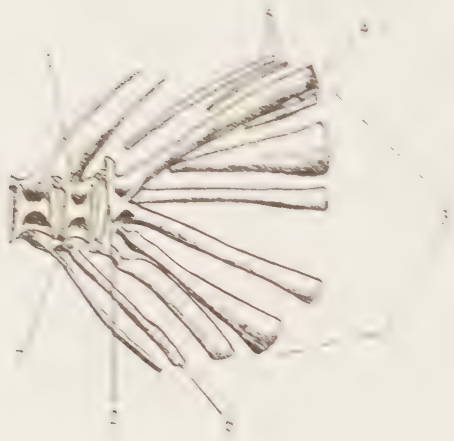
Der letzte Schwanzwirbel oder das Urostyl der Orfe (s. Abb. 58) ist schräg nach dorsal abgeknickt.

Die zugehörigen Neural- und Haemalbögen sind stark abgeflacht und verbreitert. Sie legen sich so aneinander, daß der sogenannte Schwanzfächer entsteht, der Ansatzfläche für die Muskeln und Bänder der Schwanzflosse bietet.

Direkt mit dem Zentrum verwachsen ist ein Paar schräg nach caudo-dorsal weisender Fortsätze, die Uroneuralia sowie ein horizontal gerichteter Fortsatz, der ein Hypurale darstellt. Dorsal am Urostyl liegen in der Regel zwei kleine Epuralia, die keine Verbindung zum Zentrum haben. Ventral der Uroneuralia befinden sich 6 unterschiedlich große Hypuralia. Das Parhypurale, gekennzeichnet durch die Perforation seiner Basis durch die caudale Arterie und Vene, liegt bei der Orfe als vorderster, ventraler Stab am Urostyl. Es trägt jederseits einen lateralen Fortsatz als Ansatz für die Schwanzmuskulatur.

Abb. 56: Der letzte Schwanzwirbel und das Prostyl.

lateral-
ansicht



Zur Abb. 56:

1. Vorletzter, praeauraler oder terminaler Wirbel, 2. Prostyl,
3. Hypuralia, 4. Preneurailia, 5. Neurailia, 6. Parhypurale,
7. Processus lateralis des Parhypurale.

2. Der Weber'sche Apparat

Die Weber'schen Knöchelchen der Labe ... setzt zu beiden Seiten der ersten vier Wirbelkörper (s. Abb. 59).

Abb. 59: Die Lage der Weber'schen Knöchelchen von lateral



Zur Abb. 59:

1. Claustrum, 2. Scaphium, 3. Intercalare, 4. Tripus,
5. Os suspensorium, 6. erster Wirbel, 6a. Querfortsatz des
1. Wirbels, 7. zweiter Wirbel, 7a. Querfortsatz des 2. Wir-
- bels, 8. dritter Wirbel, 9. vierter Wirbel, 9a. Querfort-
- satz des 4. Wirbels, 10. Processus spinosi des 3.-5. Wir-
- bels, 11. fünfter Wirbel.

Das Claustrum der Orfe (s. Abb. 60) verschmilzt mit dem der Gegenseite und liegt als vorderster Knochen des Weber'schen Apparates dorsal des 1. und 2. Halswirbels.

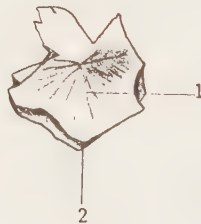
Es bildet ein spitzes Dach über dem Rückenmarkskanal, indem die beiden seitlichen Platten, die Corpora claustris, sich dorsal treffen und miteinander verwachsen.

Von dieser Naht aus erhebt sich dorso-median ein mehrfach gezackter Knochenkamm zum Ansatz für Muskulatur.

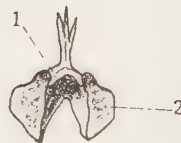
Nach ventral sind die Platten verdickt zum Scutulum claustris; sie tragen an ihrem ventralen und hinteren Rand insgesamt drei Gelenkflächen: Cranio-ventral eine zur Verbindung mit dem Exoccipitale, caudo-ventral eine Gelenkfläche für die Artikulation mit dem Scaphium und caudal schließlich eine weitere zur Verbindung mit dem Dornfortsatz des 3. Wirbels.

Abb. 60: Claustrum

Lateral-
ansicht



Cranial-
ansicht



Zur Abb. 60:

1. Corpus claustris, 2. Scutulum claustris.

Das Scaphium der Orfe (s. Abb. 61) besteht dorsal aus einer leicht gewölbten Concha stapedis, die nach medial hin die seitliche Begrenzung des Rückenmarkskanales bildet. Cranio-dorsal hat die Concha Verbindung zum Claustrum, dorsal sitzt ihr der breite Dornfortsatz des 3. Wirbels auf. Von der ventral liegenden Basis der Concha gehen zwei Fortsätze aus: Ein dicker, kegelförmiger Gelenkfortsatz, der *Processus articularis*, zieht nach medial. Er fügt sich seitlich am Wirbelkörper des 3. Wirbels in die *Fovea stapedis* ein.

Von der Basis schräg nach lateral zieht der andere Fortsatz; er ist plattenartig verbreitert und gezackt zum Ansatz für das *Ligamentum incudo-stapedis*.

Etwa dorsal dieses Fortsatzes wird das Scaphium vom Foramen für den 1. Spinalnerven durchbrochen.

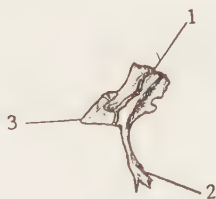
Ein *Processus ascendens*, wie Chranilov (1927) ihn generell beschreibt, findet sich bei der Orfe nicht.

Abb. 61: Scaphium oder Stapes

Ansicht von lateral



Ansicht von cranial



Zur Abb. 61:

1. Concha stapedis, 2. *Processus ligamenti incudo-stapedis*,
3. *Processus articularis*, 4. Foramen Ni. spinalis I.

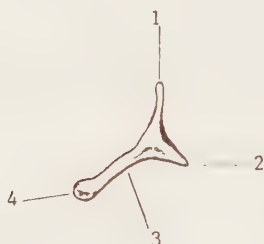
Das Intercalare (s. Abb.62) der Orfe ist sehr klein und zierlich. Es hat die Form eines Y, wobei der dorsal liegende Processus ascendens den cranio-ventralen Rand des Scaphiums berührt.

Der ventrale Arm, der Processus articularis, liegt tief in der Fovea incudis, die sich lateral am 2. Wirbelkörper befindet.

Der Fuß des Y, das Manubrium incudis, weist schräg nach cranio-lateral und kommt mit seinem Caput manubrii direkt an der vorderen Spitze des Tripus zu liegen.

Abb. 62: Intercalare oder Incus

Lateral-
ansicht



Zur Abb. 62:

1. Processus ascendens incudis, 2. Processus articularis,
3. Manubrium incudis, 4. Caput manubrii.

Den Tripus der Orfe (s. Abb. 63) kann man mit einem doppelarmigen Hebel vergleichen.

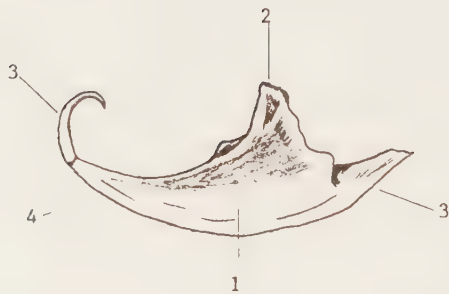
Er ist ein großer, flacher und halbmondförmiger Knochen, der einen nach dorso-medial gerichteten Gelenkfortsatz trägt. Dieser Processus articularis hat die Form eines Tetraeders, wobei die mediale Kante, die leicht schräg nach cranio-ventral gestellt ist, als eigentliche Gelenkfläche dient. Sie fügt sich in eine ebenso schräg gestellte Grube seitlich am Wirbelkörper des 3. Wirbels ein.

Von der Basis des Gelenkfortsatzes bis zu seiner cranio-ventral gelegenen Spitze ziehen mehrere (meist 3) feine Knochenlamellen.

Der Ramus anterior zieht über den Querfortsatz des 2. Wirbels hinweg und kommt mit seiner cranialen Spitze direkt am Caput manubrii des Intercalare zu liegen.

Der Ramus posterior ist länger als der Ramus anterior; er zieht unter dem Querfortsatz des 4. Wirbels hindurch, so daß der Knochen insgesamt leicht schräg gestellt ist.

Da die Orfe keine Knochenkapsel um die Luftkammer aufweist, trägt der Tripus bei ihr caudal einen sehr dünnen, nach innen gebogenen Transformator-Fortsatz. Er umfaßt das Os suspensorium von hinten her, ohne jedoch seinen Partner der Gegenseite zu berühren.

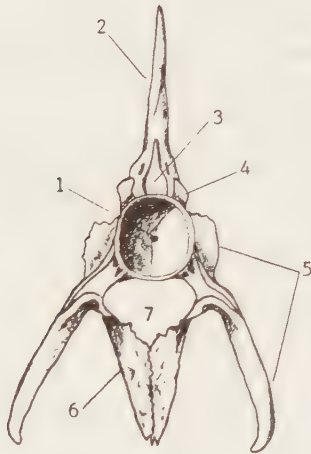
Abb. 63: Tripus oder MalleusZur Abb. 63:

1. Centrum, 2. Processus articularis mallei, 3. Ramus anterior, 4. Ramus posterior, 5. Transformator mallei.

Die Ossa suspensoria der Orfe (s. Abb. 64) steigen als zunächst schlanke Fortsätze von den Parapophysen des 4. Wirbels ab, um sich unterhalb der Aorta als schildförmig verbreiterte, poröse vertikale Platten zu treffen. Sie bilden so, zusammen mit den Basen der Querfortsätze und dem dorsal liegenden Wirbelkörper, das große Foramen aortae.

Abb. 64: Ossa suspensoria

Caudal-
ansicht



Zur Abb. 64:

1. Centrum des 4. Wirbelkörpers, 2. Processus spinosus,
3. Canalis neuralis, 4. obere Postzygapophysen,
5. Parapophyse, 6. Ossa suspensoria, 7. Foramen aortae.

3. Die Rippen und Fleischgräten

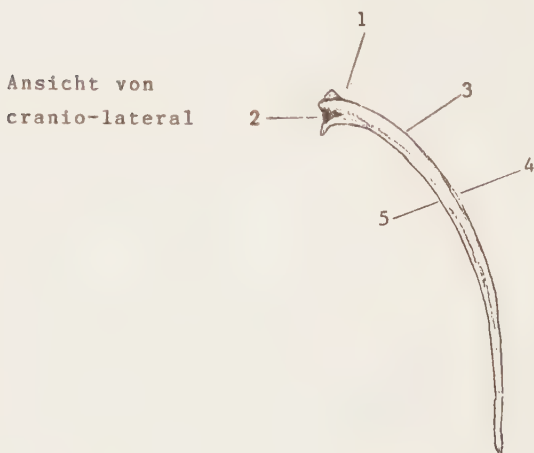
Die Orfe besitzt 20 Rippen auf jeder Seite; das erste Rippenpaar befindet sich am 5. Wirbel, also dem ersten Truncalwirbel; das letzte am vorletzten Truncalwirbel.

Es sind lange, gebogene Knochenspangen (s. Abb. 65), die dorsal mit einer schmalen und schräg von caudo-dorsal nach cranio-ventral gestellten Gelenkfläche mit den Parapophysen der Rumpfwirbel artikulieren. Diese Gelenkfläche sitzt am oberen Ende des flügelartig verbreiterten Capitulum, dessen dorsale Fläche durch eine Crista zweigeteilt ist. Letztere läuft am dorso-lateralen Rand der Rippe weiter nach ventral bis in die Spitze hinunter.

Im hinteren Truncalbereich sind die Rippen schräger gestellt als im vorderen; die beiden letzten Rippen sind etwas kürzer und deutlich schmaler.

Ventral liegen die spitzen Enden der Rippen frei, ohne sich mit denen der Gegenseite zu berühren.

Abb. 65: Os costale sin.



Zur Abb. 65:

1. Capitulum costae, 2. Facies articularis, 3. Corpus,
4. Margo lateralis, 5. Margo medialis.

Die Zwischenmuskelgräten der Orfe (s. Abb. 66) sind nadel-ähnliche, sehr dünne, lange und spitze Knochen. Ihre Gesamtzahl liegt bei etwa 124-130 Stück; davon sind $\frac{2}{3}$ dorsale und $\frac{1}{3}$ ventrale.

Es treten folgende 3 Typen auf: Mehrfach verzweigte Fleischgräten liegen ausschließlich dorsal der Truncalwirbel. Dorsal und ventral der Caudalwirbel schließen sich zunächst einfach verzweigte Fleischgräten an, die sich weiter nach caudal immer mehr mit unverzweigten mischen, ohne daß hier eine klare Grenze zu erkennen ist. Ventral der Truncalwirbel, also im Bereich der Rippen, befinden sich keine Fleischgräten.

Abb. 66: Die Zwischenmuskelgräten



E. Der Schultergürtel

Das Posttemporale der Orfe (s. Abb. 67) stellt zusammen mit dem Supracleithrale die Verbindung zwischen Schultergürtel und Schädel her.

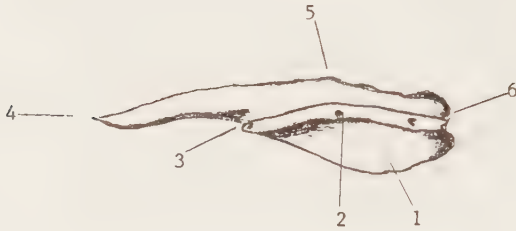
Es zeigt die von Siebenrock (1901) für die Cypriniden beschriebene Lancettenform; als Verbindungsfortsatz zum Neurocranium ist nur der obere, der Processus superior oder epioticus, ausgebildet. Mit ihm legt sich das Posttemporale von lateral her dem Epioticum an. Ein Processus inferior, der bei anderen Fischen vorhanden ist, fehlt der Orfe.

Das Corpus trägt, vom Angulus inferior beginnend und quer über seine Länge verlaufend, einen Knochenkanal mit mehreren Foramina, den Canalis lineae lateralis. Er führt das Seitenlinienorgan vom Schädel zum Rumpf.

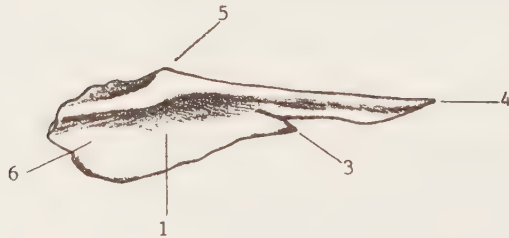
Caudo-medial am Corpus liegt die breite und flache Gelenkfläche zur Artikulation mit dem Supracleithrale.

Abb. 67: Os posttemporale sin.

Lateralansicht



Medialansicht

Zur Abb. 67:

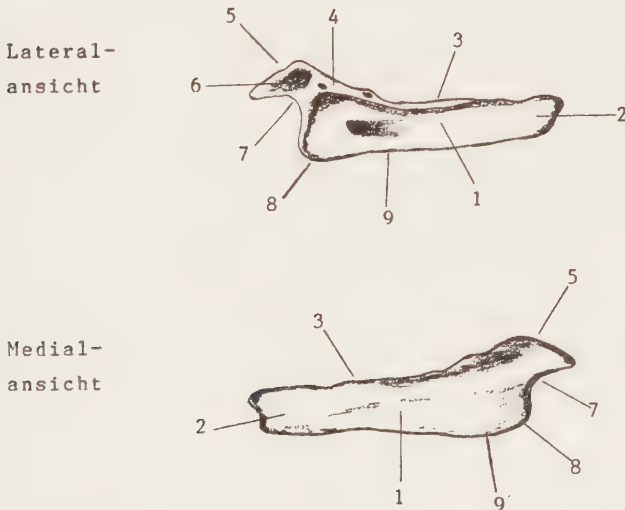
1. Corpus, 2. Canalis lineae lateralis, 3. Angulus anterior inferior, 4. Processus superior (= epioticus), 5. Angulus anterior superior, 6. Pars articularis supracleithralis.

Das Supracleithrale der Orfe (s. Abb. 68) bildet cranial ein spitzes Caput aus, welches durch ein Collum vom Corpus abgesetzt ist. Es trägt lateral die flachmuldenförmige Gelenkfläche zur Artikulation mit dem Posttemporale. Caudal des Caput führt der Canalis lineae lateralis am Margo dorsalis entlang; er zeigt eine craniale und eine caudale Öffnung.

Unterhalb des Collum liegt medial die Facies articularis pterotici, die die gelenkige Verbindung des Supracleithrale mit dem Schädel herstellt.

Mit der Pars cleithralis, welche hinten am langgestreckten Corpus liegt, legt sich das Supracleithrale dem Cleithrale von lateral her an.

Abb. 68: Os supracleithrale sin.



Zur Abb. 68:

1. Corpus, 2. Pars cleithralis, 3. Margo superior,
4. Canalis lineae lateralis, 5. Caput, 6. Facies articularis posttemporalis, 7. Collum, 8. Facies articularis pterotici, 9. Margo inferior.

Das Cleithrale der Orfe (s. Abb. 69) ist der größte und mächtigste Knochen des Schultergürtels. Von lateral betrachtet hat es die Form eines spiegelbildlich verkehrten L, dessen Schenkel gleich lang sind.

Die Lamina externa trägt cranio-dorsal eine langgezogene, schmale Crista externa, die in eine frei herausragende, dorsale Spina ausläuft.

Caudal der Crista liegt die Gelenkfläche für das Supracleithrale.

Der Margo posterior fällt gerade ab und trifft im rechten Winkel, dem Angulus posterior, auf den Margo inferior.

Dieser weist eine Incisura ventralis und, nach cranial folgend, einen Angulus ventralis auf.

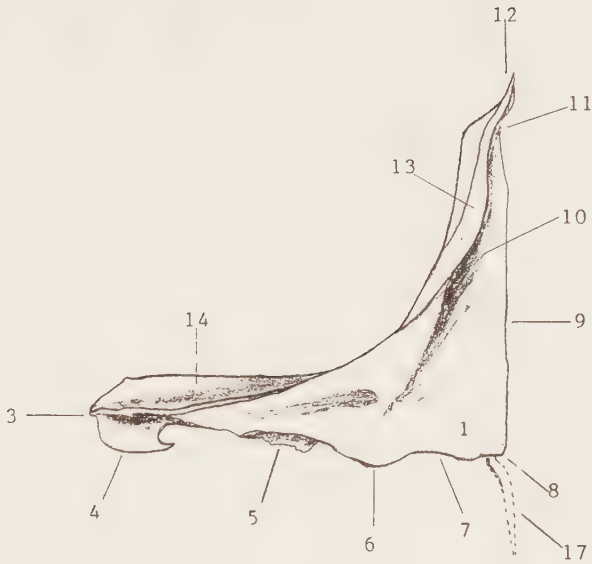
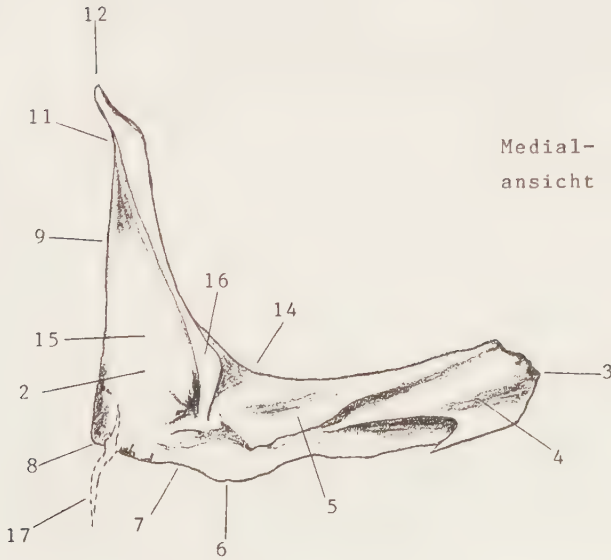
Die Lamina dorsalis verbreitert sich nach cranial zum Angulus anterior hin und trägt medial eine hohe und schmale Crista interna.

Auf der medialen Seite liegen drei Lamellen oder Leisten zur gelenkigen Verbindung mit anderen Knochen des Schultergürtels: 1. Caudal die weit nach dorsal gezogene Crista articularis mesocoracoidalis, der sich in ihrem unteren Abschnitt das Mesocoracoid von medial her anlegt; 2. medial, vom Ansatz der Crista interna ausgehend, die Crista articularis coracoidalis, die eine Verbindung mit dem ventro-medial liegenden Coracoid eingeht, sowie 3. die Crista ventralis, welche sich vom Angulus anterior aus bogenförmig nach caudal und ventro-medial zieht. Sie dient sowohl der Artikulation mit dem cranialen Teil des Coracoids, als auch, zusammen mit dem cranialen Rand der Crista interna, der Bildung einer Symphyse mit dem Cleithrale der gegenüberliegenden Seite.

Zur Abb. 69:

1. Lamina externa, 2. Lamina interna, 3. Angulus anterior,
4. Crista ventralis, 5. Crista articularis coracoidalis,
6. Angulus ventralis, 7. Incisura ventralis, 8. Angulus posterior,
9. Margo posterior, 10. Impressio supracleithralis, 11. Incisura dorsalis, 12. Spina dorsalis,
13. Crista externa, 14. Crista interna, 15. Fossa muscularis interna, 16. Crista articularis mesocoracoidalis,
17. Postcleithrale dorsale.

Abb. 69: Os cleithrale sin.

Lateral-
ansichtMedial-
ansicht

Das Postcleithrale dorsale der Orfe (s. Abb. 69: 17) ist ein fadenartig dünner, leicht geschlängelter Knochen, der medial dem Angulus posterior des Cleithrale lose aufliegt und weit nach ventro-medial in die seitliche Rumpfmuskulatur ragt.

Ein Postcleithrale ventrale ist bei der Orfe nicht ausgebildet.

Das Coracoid der Orfe (s. Abb. 70) ist zusammen mit der Scapula der eigentliche Träger der Brustflosse.

Es schließt den Kehlraum von ventro-lateral her ab und artikuliert mit dem Cleithrale an zwei Stellen: Cranial legt es sich mit seiner Pars articularis cleithralis anterior der Crista ventralis des Cleithrale an; caudal findet die Verbindung zwischen Processus articularis cleithralis posterior und der Crista articularis coracoidalis statt.

Von seinem dorsalen, geraden Rand steigt das Corpus des Coracoids schräg nach ventro-medial ab und trifft ventral mit seinem Partner der Gegenseite im spitzen Winkel zusammen.

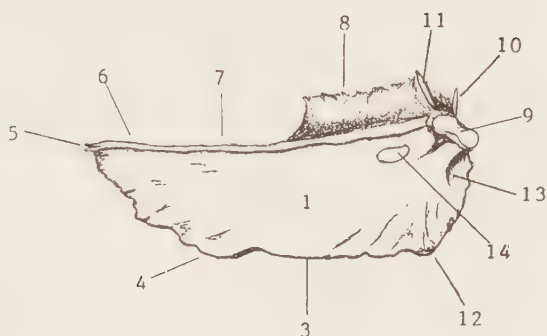
Ein Foramen coracoideum durchbricht das Corpus cranio-ventral der Basis des Processus articularis cleithralis posterior.

Caudo-dorsal am Coracoid liegen zwei weitere Gelenkfortsätze: Ein nach medial weisender und sich fächerförmig verbreiternder, schmaler Processus articularis mesocoracoidalis sowie ein breiter, an seiner Gelenkfläche sanduhrförmiger Processus articularis scapularis, welcher leicht nach caudo-lateral weist.

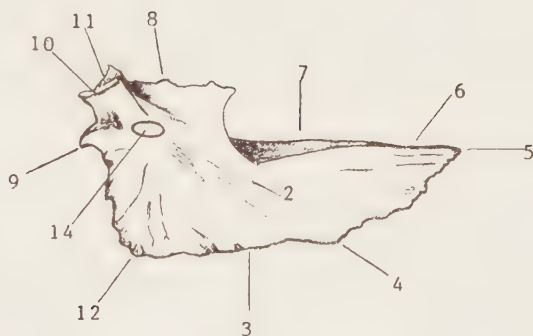
Eine weitere Verbindung zur Scapula findet über die Facies articularis scapularis statt, welche den caudalen Abschluß des Processus articularis cleithralis posterior bildet. Unterhalb des Processus articularis scapularis liegt die Fossa glenoidalis zur Artikulation mit den Radialia der Brustflosse.

Abb. 70: Os coracoideum sin.

Lateralansicht



Medialansicht

Zur Abb. 70:

1. Lamina externa, 2. Lamina interna (1 u. 2 = Corpus),
 3. Margo ventralis, 4. Angulus anterior inferior, 5. Angulus
 anterior superior, 6. Pars articularis cleithralis anterior,
 7. Margo dorsalis, 8. Processus articularis cleithralis
 posterior, 9. Processus articularis scapularis, 10. Processus
 articularis mesocoracoidalis, 11. Facies articularis
 scapularis, 12. Angulus posterior, 13. Fossa glenoidalis,
 14. Foramen coracoidale.

Das Mesocoracoid der Orfe (s. Abb. 71) ist ein zierlicher Knochen mit einem zentralen, stegartig schlanken Corpus, das drei Fortsätze trägt: Nach dorsal ragt der spitz zulaufende Processus articularis cleithralis; er legt sich der Crista articularis mesocoracoidalis des Cleithrale von medial her an.

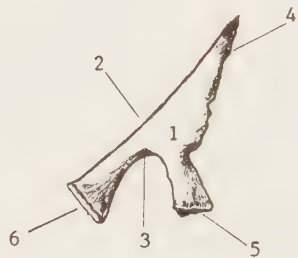
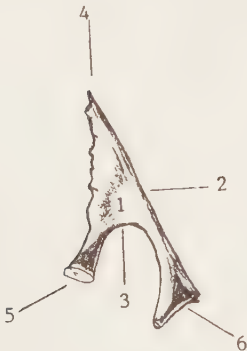
Ventro-medial folgt der etwas dickere und stumpfe Processus articularis scapularis. Zwischen ihm und dem dritten, weit nach ventral ragenden und sich zu einem Dreieck verbreiternden Processus articularis coracoidalis liegt ein hochgeschwungener Bogen, der Arcus lateralis.

Durch die Verbindung des Mesocoracoids mit den drei benachbarten Knochen wird zwischen ihnen ein ovales Foramen gebildet, welches von cranial nach caudal zieht und im rechten Winkel zum Foramen scapulare steht (s.u.)

Abb. 71: Os mesocoracoideum sin.

Ansicht von cranio-lateral

Ansicht von caudo-medial



Zur Abb. 71:

1. Corpus, 2. Margo medialis, 3. Arcus lateralis, 4. Processus articularis cleithralis, 5. Processus articularis scapularis, 6. Processus articularis coracoidalis et scapularis.

Die Scapula der Orfe (s. Abb. 72) fügt sich von caudal her zwischen Cleithrale, Mesocoracoid und Coracoid ein.

Sie ist vom großen Foramen scapulare durchbrochen, wodurch der Knochen eine Ringform erhält.

Caudo-dorsal liegt ein breiter und kompakter Processus articularis cleithralis, der sich der Lamina interna des Cleithrale von medial anlegt. Außerdem trägt dieser Gelenkfortsatz noch eine nach cranial gerichtete Gelenkfläche zur Artikulation mit dem Processus scapularis des Mesocoracoids.

Caudo-ventral schließt sich der Processus articularis radialis an, der die Fossa glenoidalis zur Artikulation mit den Radialia der Brustflosse trägt.

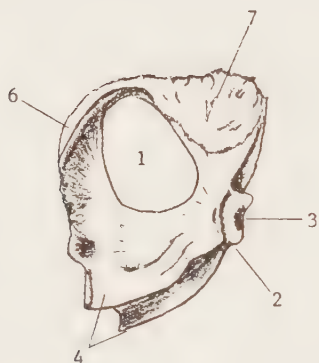
Ventro-lateral steht die Scapula über den Processus coracoidalis mit dem Coracoid in Verbindung, ventro-medial über den schlanken, nach dorsal ausgezogenen Processus mesocoracoidalis medialis mit dem Processus coracoidalis et scapularis des Mesocoracoids.

Zur Abb. 72:

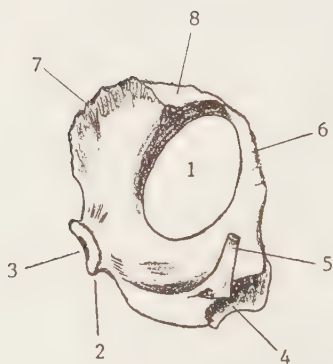
1. Foramen scapulare, 2. Processus articularis radialis,
3. Fossa glenoidalis, 4. Processus coracoidalis,
5. Processus mesocoracoidalis medialis, 6. Facies articularis cleithralis, 7. Processus articularis cleithralis, 8. Facies articularis mesocoracoidalis lateralis.

Abb. 72: Os scapulare sin.

Lateral-
ansicht



Medial-
ansicht



F. Der Beckengürtel

Das Basipterygium der Orfe (s. Abb. 73) ist ein gabelförmiger Knochen mit zwei langen, weit nach cranial reichenden und annähernd parallel verlaufenden Seitenästen, der Lamina externa und interna. Sie sind beide nach dorsal gewölbt; zwischen ihnen liegt die tiefe Incisura apicalis.

Nach caudal schließt sich ein kompakterer Knochenteil an, der mehrere Gelenkfortsätze trägt: Zur Bildung einer Symphyse mit dem Knochen der Gegenseite liegt medial, am caudalen Rand, ein Processus symphysicus. Er ist lang, schmal und zinkenartig nach dorsal gekrümmt. Seine mediale Fläche ist als Facies symphysica ausgebildet.

Der Fortsatz ragt weit nach caudal, genau in entgegengesetzter Richtung zu den beiden cranialen Gabelfortsätzen.

Lateral dieses Processus symphysicus liegt, dorsal wie auch ventral, jeweils ein Tuberculum articulare zur gelenkigen Verbindung mit den Radialia der Bauchflosse.

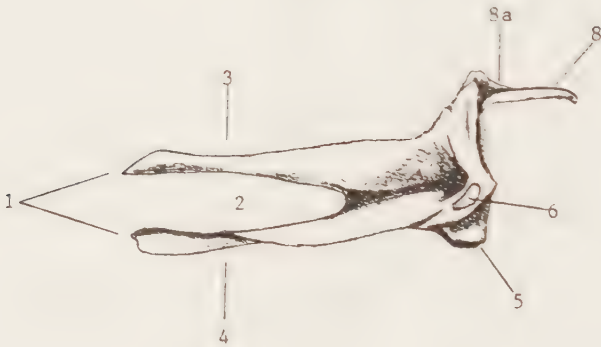
Vom Tuberculum articulare ventrale aus zieht eine kurze, schmale Crista ventralis nach cranial in Richtung auf die Incisura apicalis.

Zur Abb. 73:

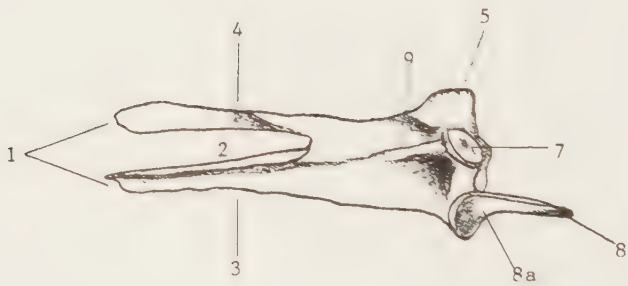
1. Apex ossis basipterygoidei, 2. Incisura apicalis,
3. Lamina interna, 4. Lamina externa, 5. Angulus externus,
6. Tuberculum articulare dorsale, 7. Tuberculum articulare ventrale,
8. Processus symphysicus, 8a. Facies symphysica,
9. Crista ventralis.

Abb. 73: Os basipterygoideum sin.

Dorsalansicht



Ventralansicht



G. Die Flossen

1. Die paarigen Flossen

Die Brustflosse der Orfe ist dem Schultergürtel angeschlossen.

Ihr Flossenskelett besteht proximal aus einer Reihe von 4 kurzen, knöchernen Radialia, die von dorso-lateral nach ventro-medial schräg absteigend angeordnet sind. Sie artikulieren mit der Scapula und dem Coracoid.

Die vorderen Enden der Radialia sind blattartig verbreitert, die hinteren dagegen leicht verdickt; sie werden von den sich aufspaltenden Basalteilen der Flossenstrahlen umfaßt.

An der Brustflosse der Orfe befinden sich nur Weichstrahlen; sie zeigen eine deutliche Quergliederung und fächern sich distal mehrfach auf (s. Abb. 74: 1), wodurch sie mit ihren Verzweigungen die ganze Flossenhaut umspannen.

An der Bauchflosse der Orfe, deren Basis vom Beckenknochen gebildet wird, finden sich als Strahlenstütze nur 3 Radialia, die dem caudalen Rand des Basipterygium angeschlossen sind.

Die Radialia nehmen an Größe von medial nach lateral hin ab und werden, entsprechend den Verhältnissen bei der Brustflosse, zwischen den aufgespaltenen Basalteilen der Flossenstrahlen aufgenommen. Die Lepidotrichia dagegen nehmen an Länge von medial nach lateral zu.

An der Bauchflosse sind ebenfalls nur Weichstrahlen ausgebildet, die in ihrer Form denen der Brustflosse ähnlich sind (s. Abb. 74: 2).

Abb. 74: Die verschiedenen Formen der Lepidotrichia

Ansicht von lateral



Zur Abb. 74:

1. Brustflosse, 2. Bauchflosse, 3. Rücken- und Analflosse,
4. Schwanzflosse.

2. Die unpaaren Flossen

Die Rücken- und die Analflosse der Orfe zeigen im Prinzip den gleichen Bau (s. Abb. 76, S. 122):

Basal, tief zwischen den dorsalen bzw. ventralen Dornfortsätzen der Wirbel, liegen die Pterygophori (s. Abb. 75: 1). Sie stellen schwertförmige Gebilde dar, deren Seitenflächen durch eine Längsleiste in zwei Felder geteilt sind und dem Ansatz der Flossenmuskulatur dienen.

Die Spitze der Pterygophori liegt proximal; ihr distales Ende hat einen Gelenkkopf ausgebildet, mit dem die folgenden Radialia artikulieren. Die Zahl der Pterygophoren entspricht der Zahl der sich anschließenden Lepidotrichia.

Zwischengeschaltet sind noch zwei Reihen von kleinen, viereckigen Radialia. Die Mittelstücke der ersten Reihe sind caudal gerichtet und artikulieren sowohl mit den Gelenköpfen zweier benachbarter Flossenträger, als auch mit den folgenden distalen Gliedern. Somit erhält die Flosse eine Art Basisleiste.

Die zweite Reihe der Radialia liegt zwischen den aufgespaltenen Basen der Lepidotrichia, die an diesen beiden Flossen leicht verdickt sind (s. Abb. 74: 3).

Im Gegensatz zu anderen Cypriniden, bei denen die ersten Flossenstrahlen der Rückenflosse als kräftige Hartstrahlen ausgebildet sein können, wie z.B. beim Karpfen, dessen 3. Strahl ein sehr großer und gezackter Knochen ist, erscheinen die ersten drei Flossenstrahlen der Rückenflosse bei der Orfe eher unscheinbar und rudimentär. Sie stellen zwar ebenfalls Hartstrahlen dar, erkennbar an ihrer ungegliederten, kompakten Struktur und der ungefächerten Spitze, sind aber funktionell bedeutungslos.

Bei der Analflosse sind die ersten zwei Strahlen ebenfalls rudimentäre Hartstrahlen, die folgenden dann gut ausgebildete Weichstrahlen.

Abb. 75: Die verschiedenen Formen der Flossenstrahlträger
Ansicht von lateral



1.

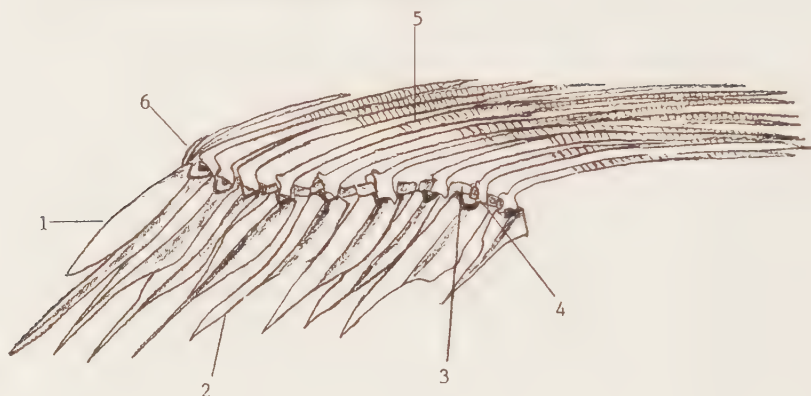
2.

3.

Zur Abb. 75:

1. Typischer Flossenstrahlträger der Rücken- und der Analflosse, 2. erster Flossenstrahlträger der Rückenflosse, 3. erster Flossenstrahlträger der Analflosse.

Abb. 76: Die Rückenflosse der Orfe



Zur Abb. 76:

1. Erster Flossenstrahlträger, 2. typischer Flossenstrahlträger der Rückenflosse, 3. Radialia der 1. Reihe, 4. Radialia der 2. Reihe, 5. Lepidotrichia, 6. rudimentäre Hartstrahlen.

Bei der Schwanzflosse wird die Funktion der Flossenträger direkt von den umgewandelten Dornfortsätzen der letzten Wirbel, den Epuralia und Hypuralia übernommen (s. Abb. 58, S. 98).

Ihr distales Ende ist kammartig verdickt und liegt zwischen den aufgespaltenen Enden der Lepidotrichia, ohne Einschaltung von Zwischenstücken.

Die Schwanzflosse der Orfe zeigt den bei den Cypriniden typischen homocerken Bau: Die Zahl der Hypuralia ist wesentlich größer, als die der Epuralia; sie tragen dementsprechend auch die Mehrzahl der Flossenstrahlen.

Im Gesamtbild liegen sie jedoch so angeordnet, daß ein äußerlich homogenes Bild einer Schwanzfahne mit zwei Spitzen entsteht.

Die Flossenstrahlen sind, bis auf wenige, sehr kleine Hartstrahlen, welche am oberen und unteren Rand der Flosse liegen, als Weichstrahlen ausgebildet. Ihr proximales Ende ist gerade; ihr distales Ende stärker aufgefächert als bei denen der anderen Flossen.

VI. Untersuchungen über die Abhängigkeit von Fischlänge und Fischgewicht zu Knochengröße

Relationen zwischen einzelnen Knochen (z.B. Operculare, Wirbel, Hyomandibulare oder Cleithrum) und der Fischgröße sind schon seit längerem bekannt und werden zur Längen- und Gewichtsbestimmung herangezogen.

Le Cren (1947) untersuchte den Zusammenhang zwischen Operculare und Fischgröße an *Perca fluviatilis*; Connell (1952) an *Cyprinus carpio* und Bardach (1955) bei *Perca flavescens*. Torke (1978) stellte Zusammenhänge zwischen verschiedenen Maßen von Wirbeln, Dentale, Quadratum, Hyomandibulare, Keratohyale und Schlundzähnen einerseits und Länge und Gewicht andererseits bei *Rutilus frisii*, *Hucho hucho* und *Esox lucius* dar. Benecke (1987) untersuchte 70 Maße von 22 Skelettelementen bei *Abramis brama*, um nur einige Beispiele zu nennen. Eine längere Abhandlung zu diesem Thema findet sich auch bei Casteel (1976). Bei allen Untersuchungen stellten sich hierbei deutliche Zusammenhänge heraus.

Ob diese Relationen zwischen Knochen und Fischgröße bzw. Fischgewicht auch bei der Orfe auftreten, und welche Knochen und Knochenmaße hierfür geeignet sind, soll in dieser Arbeit durch Messungen an folgenden Knochen untersucht werden:

Operculare, Hyomandibulare, Cleithrum, Basipterygium sowie Thoracal- und Caudalwirbeln.

Die zu dieser Untersuchung herangezogenen Fische und ihre Daten sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Die Definitionen der Meßstrecken bei den einzelnen Knochen finden sich auf Seite 126.

Eine Übersicht über die Meßwerte der einzelnen Knochen bei den untersuchten Fischen geben die Tabellen 2a und b.

Um die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Knochenmaßen und der Länge bzw. des Gewichtes der Fische zu verdeutlichen, wurden Korrelationsdiagramme (S. 131 ff.) angelegt. Hierbei wurde zum einen die Gesamtlänge sowie die Standardlänge, zum anderen das Gesamtgewicht und das Leergewicht gegen die einzelnen Knochenmaße aufgetragen.

Tabelle 1: Die untersuchten Fische und ihre Daten

Fisch Nr.	Alter	Geschlecht	Gesamtgewicht	Leergewicht	Gesamtlänge	Standardlänge
1	1	♂	4,9	4,42	8,5	6,8
2	1	♀	11,75	10,74	11,0	8,9
3	1	♀	6,55	5,46	8,9	7,2
4	1	♂	5,55	4,95	8,4	7,3
5	1	♀	6,4	5,67	9,2	7,5
6	1	♂	5,2	4,69	8,6	7,0
7	1	♂	4,5	4,08	8,6	7,1
8	5	♂	220	175	26,5	22,3
9	5	♀	220	195	27,5	22,7
10	5	♂	325	300	30	26
11	5	♀	320	245	29,5	25,5

Fortsetzung Tabelle 1

Fisch Nr.	Alter	Geschlecht	Gesamtgewicht	Leergewicht	Gesamtlänge	Standardlänge
12	5	♀	330	295	30,5	26,5
13	5	♂	495	445	37	31,5
14	5	♀	525	460	34	27
15	5	♀	490	450	36	30
16	5	♀	205	165	26,5	21,8
17	6	♀	700	525	37,5	31,8
18	7	♂	810	660	42	38
19	7	♀	820	665	40	34,5

Gesamtgewicht: Gewicht des Fisches direkt nach der Tötung in g

Leergewicht: Gewicht des Fisches nach Entfernung der Eingeweide in g

Gesamtlänge: Von der Maulspitze bis zum Ende der Schwanzflosse gemessene Länge in cm

Standardlänge: Von der Maulspitze bis zum Rumpfe (letzte Schuppe) gemessene Länge in cm

Alter: Anzahl der Sommerhalbjahre, bestimmt nach Wachstumsringen an den Schuppen

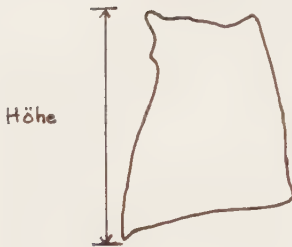
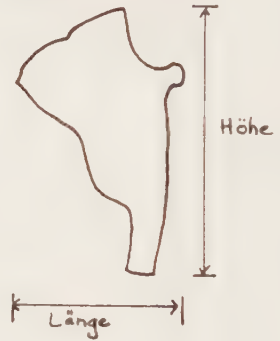
Definition der MeßstreckenOperculareHyomandibulareCleithrumBasipterygiumBreiteWirbel

Tabelle 2a: Übersicht über die Meßwerte der einzelnen Knochen
bei den untersuchten Fischen in mm

Fisch Nr.	Standard- länge(cm)	Operculare Höhe	Hyomandibulare Höhe	Hyomandibulare Länge	Cleithrum Sehnenmaß	Basipterygium Länge
1	6,8	6,5	6,5	3	11	5
2	8,9	9	9	4,5	14,5	6
3	7,2	7	7	3,5	11	5
4	7,3	7	7	3,5	10,5	5
5	7,5	6,5	6,5	3	11	5
6	7,0	6,5	7	3	10,5	5
7	7,1	6,5	6,5	3	10,5	5
8	22,3	24	22	11	35	16
9	22,7	22,5	20	9	33	17,5

Fortsetzung Tabelle 2a:

Fisch Nr.	Standard länge(cm)	Operculare Höhe	Hyomandibulare Höhe	Hyomandibulare Länge	Cleithrum Sehnenmaß	Basipterygium Länge
10	26	26	23	11	39	21
11	25,5	26	23	11	38	18
12	26,5	27	23	11	37	20
13	31,5	30	26	12	43	22
14	27	30	29	12	44	25
15	30	31	28	12	44	23
16	21,8	23	21	10	34	15
17	31,8	34	31	15	49	27
18	38	39	35	16	56	30
19	34,5	38,5	34	15	58	29

Tabelle 2b: Übersicht über die Meßwerte einzelner Wirbel
bei den untersuchten Fischen in mm

Fisch Nr.	Standard- länge(cm)	Höhe	Truncalwirbel		Höhe	Schwanzwirbel	
			Breite	Länge		Breite	Länge
1	6,8	1	1	1	1	1	1
2	8,9	1	1	1	1	1	1
3	7,2	1	1	1	1	1	1
4	7,3	1	1	1	1	1	1
5	7,5	1	1	1	1	1	1
6	7,0	1	1	1	1	1	1
7	7,1	1	1	1	1	1	1
8	22,3	3	3,5	3,5	4	3,5	4
9	22,7	3	3,5	3,5	4	3,5	4

Fortsetzung Tabelle 2b:

Fisch Nr.	Standard- länge(cm)	Truncalwirbel			Schwanzwirbel		
		Höhe	Breite	Länge	Höhe	Breite	Länge
10	26	4,5	4	4	4	4	4
11	25,5	3,5	4	4	4	4	4
12	26,5	4	4	4	4	3,5	4
13	31,5	4	4,5	4,5	4,5	4,5	4
14	27	4,5	5	5	5	4,5	5
15	30	4	5	4,5	5	5	5
16	21,8	3	3	3	3	3,5	3
17	31,8	5,5	5	5,5	5	5,5	5
18	38	6	6	6,5	6	5,5	5
19	34,5	6	6	6	6	6,5	6

Abb. 77: Beziehung von Gesamt- und Leergewicht sowie Gesamt- und Standardlänge zur Höhe, Breite und Länge der Truncalwirbel:

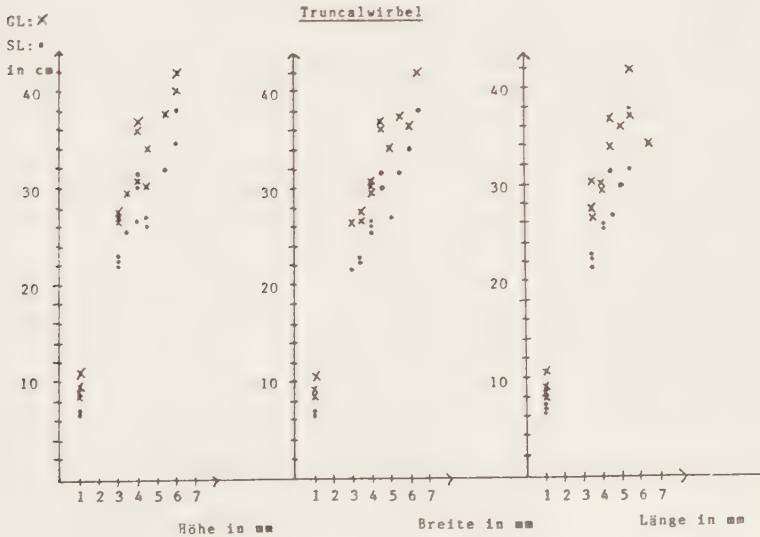
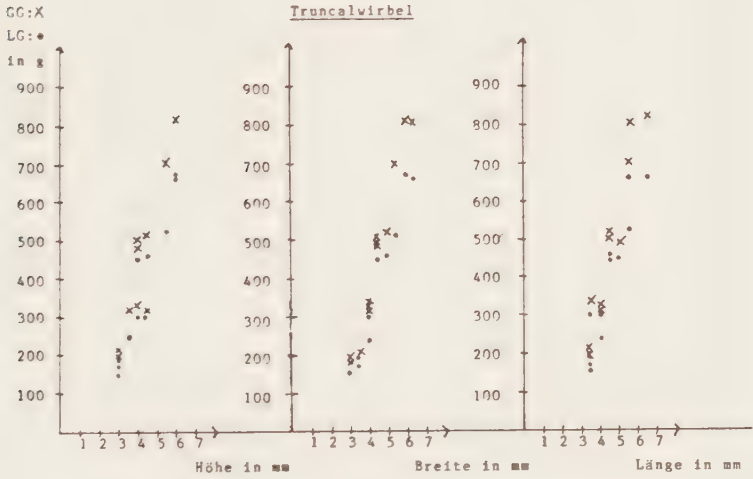


Abb. 79: Beziehung von Gesamt- und Leergewicht sowie Gesamt- und Standardlänge zur Höhe des Hyomandibulare

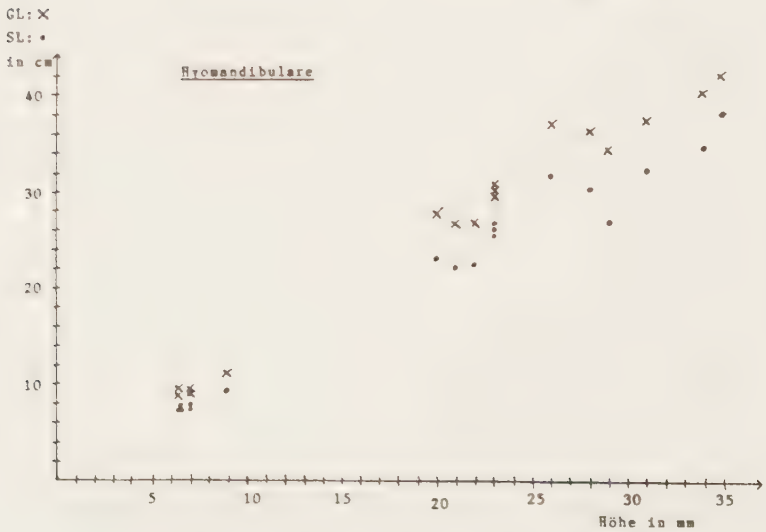
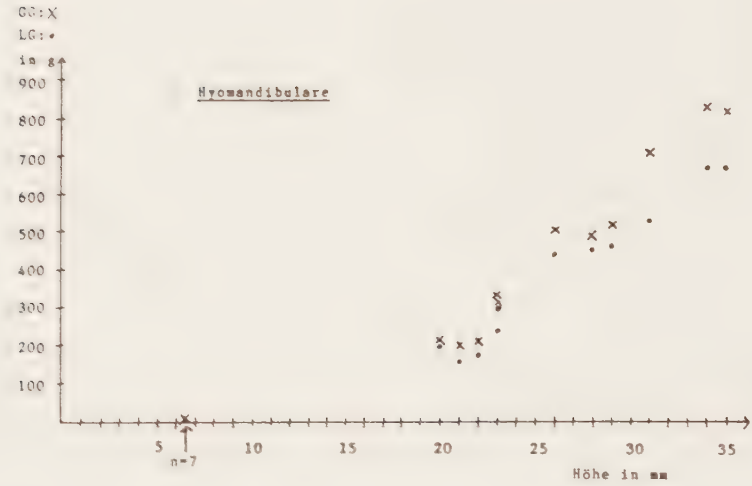


Abb. 70: Beziehung von Gesamt- und Leergewicht sowie
Gesamt- und Standardlänge zur Länge des Hyomandibulare

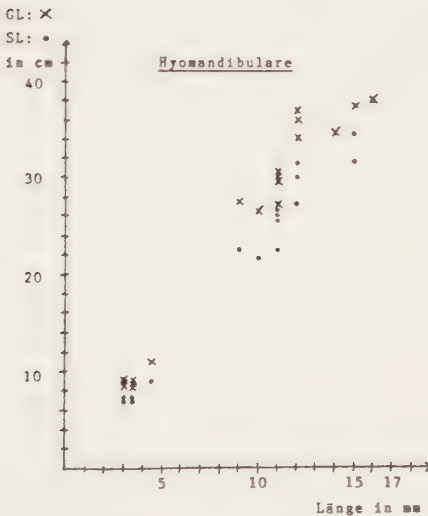
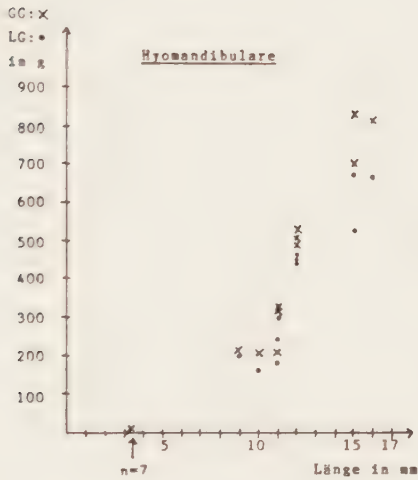


Abb. 80: Beziehung von Gesamt- und Leergewicht sowie Gesamt- und Standardlänge zum Sehnenmaß des Cleithrum

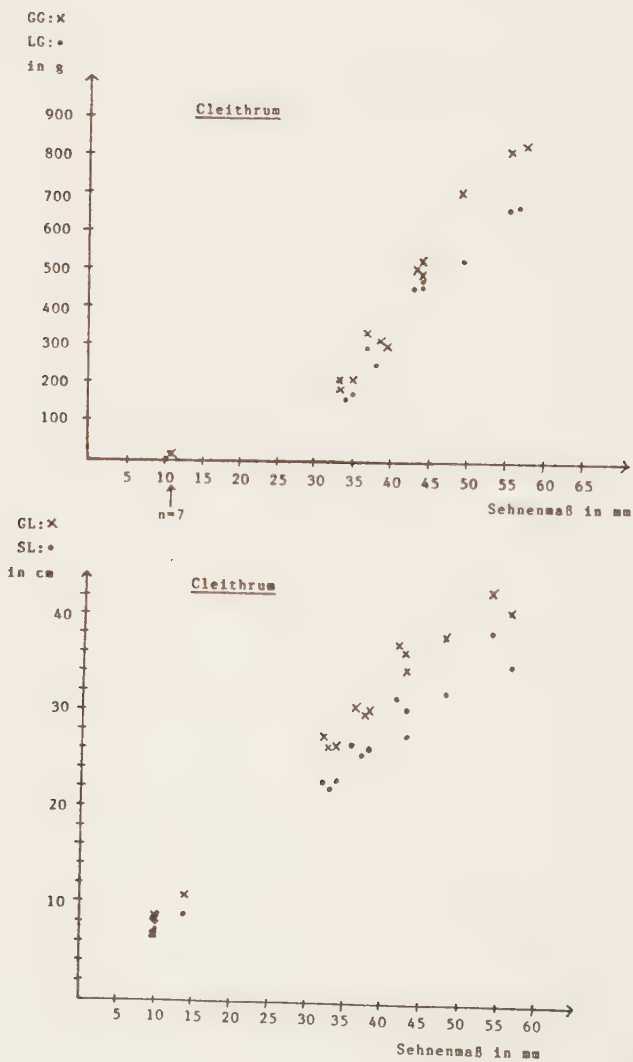


Abb. 21: Beziehung von Gesamt- und Leergewicht sowie
Gesamt- und Standardlänge zur Länge des Basipterygium

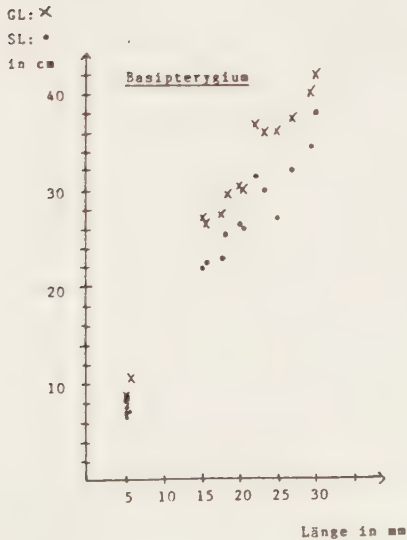
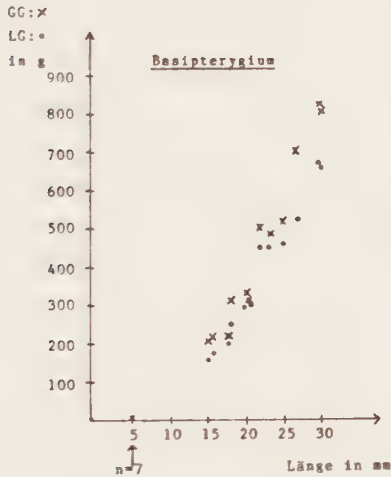
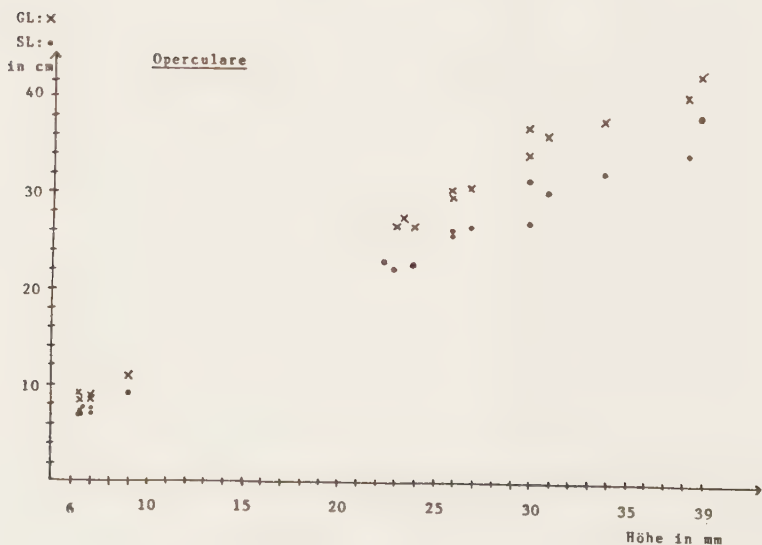
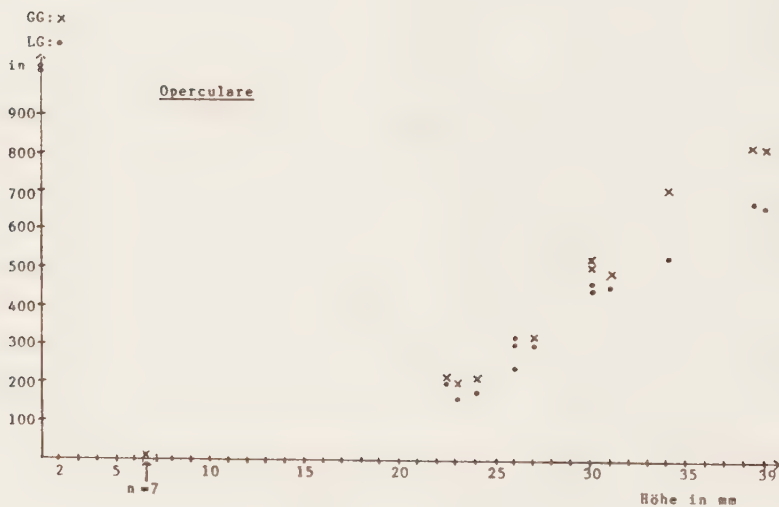


Abb. 82: Beziehung von Gesamt- und Leergewicht sowie Gesamt- und Standardlänge zur Höhe des Operculare



Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion:

Bei allen 5 untersuchten Knochen und ihren verschiedenen Maßen stellt sich in Bezug auf Größe und Gewicht der Fische eine positive Korrelation dar.

Hierbei zeichnet sich jeweils ein deutlicherer Zusammenhang zwischen Gesamtgewicht sowie Gesamtlänge und Knochengröße ab, als es beim Leergewicht und der Standardlänge der Fall ist.

Im Falle der Gewichte ist diese Tatsache dadurch erklärbar, daß die Fische zur Bildung ihrer Geschlechtsprodukte Rogen und Milch z.T. Muskelfleisch "umbauen" (Torke 1978), somit im ausgenommenen Zustand - je nach Saison - einen unterschiedlichen Anteil von Muskelfleisch in Bezug zum Gesamtgewicht aufweisen.

Somit ist für die Korrelationsdarstellungen zwischen Knochenmaßen und Gewicht des Fisches die Zugrundelegung des Gesamtgewichtes geeigneter.

Die bessere Eignung der Gesamtlänge als der Standardlänge ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß man die Standardlänge anhand der Messung von der Maulspitze bis zur letzten Schuppe bestimmt, und davon ausgeht, daß sich hier auch das Rumpfende befindet. Durch möglichen Verlust der hinteren Schuppen oder nicht ganz exaktes Zusammenreffen ihrer Lokalisation mit dem Rumpfende können hier Ungenauigkeiten auftreten.

Der Kurvenverlauf ergab bei der Inbezugsetzung der Längenmaße des Fisches zu den Knochenmaßen eine lineare Regression, bei den Gewichten dagegen eine nicht-lineare. Dies war zu erwarten, da im Verlauf des Größenwachstums eines Fisches die Knochen im gleichen Verhältnis wachsen müssen, damit keine Deformationen entstehen.

Da sich jedoch das Längenwachstum des Fisches und damit das Wachstum der einzelnen Knochen im Alter generell

verlangsamt, die Gewichtszunahmen aber schneller weiterlaufen, kommt es zwischen diesen beiden Werten zu einer nicht-linearen Korrelation.

Der Vergleich der Kurven miteinander ergibt eine unterschiedliche Eignung für die Größenbestimmungen eines Fisches.

1. Die Wirbel:

Sowohl bei den Truncal- als auch bei den Schwanzwirbeln ergeben sich fast gleiche Maße für Höhe, Länge und Breite; leichte Abweichungen sind individuell bei allen drei Maßen möglich, so daß man hier eine beliebige Meßstrecke wählen kann.

Durch die allgemein geringe Größe der Wirbel sind die gemessenen Werte auch sehr klein und liegen, trotz großer Differenz der Längen- und Gewichtsmaße der Fische, sehr eng beieinander (zwischen 1 und 6,5 mm).

Eine Korrelation ist zwar gut erkennbar, für den genaueren Bezug der Größen zueinander aber ist der Spielraum zu weit. Hierdurch ergibt sich eine geringere Eignung der Wirbelmaße für die Bestimmung von Größenverhältnissen.

2. Das Hyomandibulare:

Sowohl bei den Höhen- als auch bei den Längenmaßen ist eine Korrelation zu Gewicht und Länge des Fisches zu erkennen, jedoch liegt bei beiden Parametern eine relativ große Streuung der Werte vor, so daß dieser Knochen der Orfe ebenfalls weniger brauchbar ist.

Im Gegensatz dazu befinden Torke (1978) für Perlfisch, Huchen und Hecht sowie Benecke (1987) für den Brachsen diesen Knochen für gut geeignet.

3. Das Cleithrum:

Das Sehnenmaß dieses Knochens erweist sich bei der Orfe als gut geeignet für Korrelationsdarstellungen sowohl zur Länge als auch zum Gewicht des Fisches. Die weit aber regelmäßig auseinanderliegenden Werte ergeben eine deutliche

Kurve, was durch die Größe des Knochens erklärbar ist. Zu einer ähnlich guten Wertung dieses Maßes beim Brachsen, *Abramis brama*, kam Benecke (1987).

4. Das Basipterygium:

Die Länge des Basipterygium zeigt ebenfalls einen deutlichen Zusammenhang sowohl mit den Längen-, als auch mit den Gewichtsmaßen des Fisches.

Die Kurven sind allerdings wegen geringerer Größe des Knochens im Vergleich zum Cleithrum steiler, und die Werte liegen näher beieinander. Alles in allem scheint dieser Knochen für Größenbestimmungen gut geeignet zu sein.

5. Das Operculum:

Die Untersuchungen am Operculare stimmen in ihrem Ergebnis mit denen von Le Cren (1947), Connell (1952), Bardach (1955), Torke (1978) und Benecke (1987) überein: Die Höhe des Knochens erweist sich in Bezug zur Länge und zum Gewicht des Fisches als sehr geeignetes Knochenmaß. Die Kurven steigen langsam aber stetig an, und die Streuung der Werte ist gering; hier zeigt sich die genaueste Korrelation zwischen Knochengröße und der Gesamtlänge bzw. dem Gesamtgewicht des Fisches.

VII. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Osteologie der Goldorfe, *Leuciscus idus* L.

Der Untersuchung lagen insgesamt 27 Skelette zugrunde.

Ausgehend von den allgemeinen Grundlagen der Cypriniden-osteologie, wurden die einzelnen Knochen der Orfe durch Abbildungen dargestellt und detailliert beschrieben, sowohl für sich allein, als auch in ihrer Lagebeziehung zueinander.

Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die für die Cypriniden typischen morphologischen Merkmale gerichtet.

Der metrische Teil der Arbeit setzte die Maße verschiedener Knochen in Bezug zu Länge und Gewicht des Fisches. Bei dieser Untersuchung ergab sich, daß die Höhe des Operculare sowie das Sehnenmaß des Cleithrale und die Länge des Basipterygium die deutlichsten Korrelationen zu Gesamtlänge und Gesamtgewicht des Fisches zeigen. Das Hyomandibulare und die Wirbel sind dagegen für Größenbestimmungen des Fisches anhand ihrer Knochenmaße weniger geeignet.

Summary

Osteology of the golden orfe, *Leuciscus idus* L.

This thesis deals with the osteology of the golden orfe, *Leuciscus idus* L.

The examination covers a study of 27 skeletons of this species.

Based on the general osteology of cyprinid fish, the bones of the orfe have been illustrated individually. Their shape and location were described in detail. Emphasis was directed to the typical morphological features of cyprinid fish.

The metrical part of this thesis relates the size of different bones to the length and weight of the fish. This investigation showed a distinct correlation between the height of the opercular bone, the diagonal length of the cleithral bone and the length and total weight of the fish.

The hyomandibular bone and vertebrae are less appropriate for length and weight determination of this species.

VIII. Literaturverzeichnis

- Alexander, R.McN. (1962) : The structure of the Weberian apparatus in the cyprini.
Proc. Zool. Soc. London 139: 351-373
- Alexander, R.McN. (1966) : The functions and mechanisms of the protrusible upper jaws of two species of cyprinid fish.
J. Zool., Proc. Zool. Soc. London 149: 288-296
- Bardach, J.E. (1955) : The opercular bone of the yellow perch, *Perca flavescens*, as a tool for age and growth studies.
Copeia No. 2, Washington : 107-109
- Benecke, N. (1987) : Die Bestimmung der Körpergröße aus Skelettmaßen beim Brachsen, *Abramis brama* (Linnaeus, 1758).
Zool. Anz. 219 3/4 : 167-181
VEB Gustav Fischer Verlag Jena
- Bridge, T.W. and Haddon, A.C. (1893) : Contributions to the anatomy of fishes II. The air bladder and Weberian ossicles in the siluroid fishes.
Philos. Transact. of the Roy. Soc. London 184, B: 65-333.
- Carlander, K.D. (1987) : A history of scale age and growth studies in North American freshwater fish.
In: Summerfelt, R.C. and Hall, G.E. (1987) : "Age and Growth of Fish" 3-10
Iowa State University Press / Ames

- Casteel, R.W. (1976) : Fish remains in Archaeology and Palaeo- environmental studies, 7-123
Academic Press, London, New York, San Francisco
- Chranilov, N.S. (1927) : Beiträge zur Kenntnis des Weber'schen Apparates der Ostariophysi: 1. Vergleichende anatomische Übersicht der Knochenelemente des Weber'schen Apparates bei Cypriniformes.
Zool. Jb. Anat. 49: 501-597
- Connell, W.J.Mc. (1952) : The opercular bone as an indicator of age and growth of the carp, *Cyprinus carpio* L.
Trans. Am. Fish. Soc. Vol. 81, 138-149
- Dubale, M.S., Nair, C.N. (1977) : Osteology of the heads of two species of rohtee (family: Cyprinidae, *R. cotio* and *R. alfrediana*).
J. Anim. Morphol. Physiol., Vol. 24, No. 2, 310-332
- Eaton, jr. T.H. (1945) : Skeletal support of the median fins of fish.
J. Morph. Philad. 76, 193-212
- Ellis, A.E., Roberts, R.J., Tytler, P. (1985) : Die Anatomie und Physiologie der Knochenfische.
In: Roberts, J.R., Schlotfeldt, H.-J. (1985) : Grundlagen der Fischpathologie, 25-30
Berlin, Hamburg
- Emelianov, S.W. (1935) : Die Morphologie der Fischripen.
Zool. Jb. (Anat.) 60, 132-262
- Evans, H.M. (1929) : A contribution to the anatomy and physiology of the air bladder and Weberian ossicles in cyprinidae.
Proc. Roy. Soc. London, B 97, 545-568

- Fiebiger, J. (1931) : Über den Bau und die Mechanik des Karpfenrüssels.
Z. mikrosk. - anat. Forsch. 27, 582-612
- Fiebiger, J. (1947) : Über die Skelettverbindungen und Gelenke der Fische.
Wiener tierärztl. Mschr. 34, 556-565
- Fischer, T. (1984) : Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen an Kiemen und Pseudo-branchie der Goldorfe (*Leuciscus idus* L.)
Inaugural- Dissertation München
- Froese, H. (1938) : Vergleichend- anatomische Studien über das Knochenfischlabyrinth.
Z. f. Morph. u. Ökol. d. T. 34, 39-88
- Gosline, W.A. (1979) : The structure and functions of the dermal pectoral girdle in bony fishes with particular reference to ostariophysines.
J. Zool., London, 183, 329-338
- Gregory, W.K. (1933) : Fish Skulls; a study of the evolution of natural mechanisms.
Eric Lundberg, Laurel, Reprint Florida 1959
- Haempel, O. (1907) : Über die sogenannte Kauplatte der Cyprinoiden.
Inaugural- Dissertation, Stuttgart
- Harder, W. (1964) : Anatomie der Fische,
In: Demoll, R., Maier, H.N. (1964) : Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, Bd. II.
Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

- Harrington, P.W. (1955) : The osteocranium of the American cyprinid fish *Notropis bifrenatus*, with an annotated synonymy of teleost skull bones. Copeia No. 4, Washington, 267-289
- Heuschmann, O. (1957) : Die Weißfische (Cyprinidae).
In: Demoll, R., Maier, H.N. (1957) : Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, Bd. III, 24-109
Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- Hoppe, R. (1894) : Untersuchungen über den Kauapparat des Cyprinoiden *Leuciscus rutilus*.
Dtsch. Mschr. f. Zahnheilkd., 5-33
- Howes, G.J. (1978) : The anatomy and relationship of the cyprinid fish *Luciobrama macrocephalus*.
Bull. Brit. Mus. nat. Hist. (Zool.) 34 (1): 1-64
- Howes, G.J. (1980) : Anatomy, phylogeny and classification of bariliine cyprinid fishes.
Bull. Brit. Mus. nat. Hist. (Zool.) 37 (3): 129-198
- Kahl, B. (1985) : Die Goldorfe *Leuciscus idus*.
Aquarien- Magazin, Jg. 19, 220
- Kändler, R. (1971) : Über Vorkommen und Häufigkeit der Zwischenmuskelgräten bei Fischen aus Süß- und Salzwasser.
Der Fischwirt, Jg. 21, 97-107
- Knorr, G. (1977) : Atlas zur Anatomie und Morphologie der Nutzfische: 5. *Cyprinus carpio*.
Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin

- Krumholz, L.A. (1943) : A comparative study of the Weberian ossicles in North American ostariophysine fishes.
Copeia No. 1, Washington, 33-40
- Kuhn, G. (1983) : Mikroskopische Anatomie des Verdauungstraktes der Goldorfe (*Leuciscus idus* L.).
Inaugural- Dissertation München
- Kükenthal, W., Matthes, E., Renner, M. (1984) : Leitfaden für das zoologische Praktikum.
19. Auflage, Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin
- Ladiges, W., Vogt, D. (1979) : Die Süßwasserfische Europas bis zum Ural und kaspischen Meer.
Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin
- Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R. (1977):
Ichthyology, 2 nd ed., 9-102
Whiley, New York
- Le Cren, E.D. (1947) : The determination of the age and growth of the perch, *Perca fluviatilis*, from the opercular bone.
Jour. Anim. Ecol., 16: 188-204
- Lepiksaar, J. (1981/83) : Osteologia I. Pisces.
Göteborg, vervielf., unveröffentlichtes Manuskript
- Lerch, K. (1971) : Fischzähne.
Aquarien, Terrarien, Bd. 18: 343 u. 370/71
- Mann, H. (1980) : Wieviel Fleischgräten haben Süßwasserfische?
Fisch u. Fang, Jg. 21, 869

'ann, H. (1981) : Die Goldorfe im Fischtoxizitätstest.
Fisch u. Umwelt, 7-14

Migdalski und Fichter (1978) : Das große Buch der Süßwasser-
u. Meeresfische in Farbe.
Mosaikverlag GmbH München

Mittermeier, R. (1988) : Licht- und elektronenmikro-
skopische Untersuchungen am Herz der Gold-
orfe (*Leuciscus idus* L.) und der Regenbogen-
forelle (*Salmo gairdneri*).
Inaugural- Dissertation München

Muus, B., Dahlström, P. (1978) : BLV Bestimmungsbuch Süß-
wasserfische Europas.
BLV Verlagsgesellschaft München, Wien

Plehn, M. (1927) : Praktikum der Fischkrankheiten
In: Demoll, R., Maier, H.N. (1927) : Handbuch der
Binnenfischerei Mitteleuropas, Bd. I, 301-470
Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

Ramaswami, L.S. (1955) : Skeleton of cyprinoid fishes in
relation to phylogenetic studies: 7. the skull
and Weberian apparatus of cyprininae (cyprinidae).
Acta Zoologica 36, 199-242

Reichenbach-Klinke, H.H. (1970) : Grundzüge der Fischkunde.
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

- Reichle, G. (1982) : Künstliche Vermehrung von Goldorfen zur kontinuierlichen Bereitstellung von Testfischen.
Fischer und Teichwirt 33, 261-263
- Remane, A., Storch, V., Welsch, U. (1980) : Systematische Zoologie.
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 421-504
- Roberts, J.R., Schlotfeldt, H.J. (1985) : Grundlagen der Fischpathologie.
Berlin, Hamburg
- Romer, A.S. (1976) : Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.
5. Auflage, Hamburg, Berlin
- Rosen, D.E., Greenwood, P.H. (1970) : Origin of the Weberian apparatus and the relationship of the ostariophysan and gonorynchiform fishes.
Novitates, Nr. 2428, New York, 1-25
- Rutte, E. (1962) : Schlundzähne von Süßwasserfischen.
Palaeontographica Abt. A, 120: 165-210, Stuttgart
- Sagemehl, M. (1891) : Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische: IV. Das Cranium der Cyprinoiden.
Gegenbaurs morphol. Jb. 17, Abt. 1, 489-585
- Sibbing, F.A., Osse, J.W.M. (1986) : Food handling in the carp: its movement patterns, mechanisms and limitations.
J. Zool. London (A), 210, 161-194

- Siebenrock, C.F. (1901) : Über die Verbindungsweise des Schultergürtels mit dem Schädel bei Teleosteen.
Ann. naturh. Hofmus. Wien, 16, 104-138
- Siewing, R. (1985) : Lehrbuch der Zoologie Bd. 2, Systematik.
Stuttgart, New York, 452-464
- Suworow, J.K. (1959) : Allgemeine Fischkunde; das Skelett.
Deutscher Verlag der Wissenschaft, Berlin, 81-125
- Thilo, O. (1908) : Die Bedeutung der Weber'schen Knöchelchen.
Zool. Anz. 32, 777-789
- Torke, W. (1978) : Fischreste als Quellen der Ökologie und Ökonomie i.d. Steinzeit Südwest- Deutschlands.
Inaugural-Dissertation, München
- Werner, C.F. (1928) : Studien über die Otolithen der Knochenfische.
Z. f. wiss. Zool. 131, 500-578
- Wisniowski, P. (1935) : Über den Aufbau der Knochen des Innenskelettes bei Cypriniden.
Anat. Anz. 80, 161-204
- Zeitler, K.H. (1983) : Die Gräten unserer Süßwasserfische.
Fischwaid, Jg. 108, 462

Frau Prof. Dr. A. von den Driesch möchte ich an dieser Stelle vielmals danken für die lange Betreuung dieser Arbeit und für die zahlreichen Hinweise und Anregungen, die mir eine wertvolle Hilfe waren.

Herrn Prof. Dr. Dr. habil. R. Hoffmann danke ich herzlich für die Überlassung des Themas sowie für die sehr freundliche Unterstützung während der Anfertigung dieser Arbeit.

Lebenslauf

Name: Mareile Olga Anna Anderson

Eltern: Helmut und Marion Förster, geb. Hinze

Geboren am 2.3.1959 in Hamburg

Von 1966 - 1970 Besuch der Volksschule An den Teichwiesen
in Hamburg-Volksdorf.

Besuch des Walddörfergymnasiums in Hamburg-Volksdorf
von 1970 - 1978

Abitur am 22.6.1978

Vom Wintersemester 1978/79 bis Sommersemester 1984

Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-
Universität in München

Staatsexamen am 20.7.1984

Eheschließung mit William Noel Anderson am 23.7.1984

Umschreibung auf Promotionsstudium zum Wintersemester 1984

Erhalt der Approbation am 19.7.1985

Geburt unseres Sohnes Rouven Noel am 7.8.1986

